



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

**“EVALUACIÓN AGRONÓMICA DEL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays* L.),
DE LA RAZA CANGUIL ROJO EN LA GRANJA EXPERIMENTAL LA
PRADERA, CHALTURA”**

Trabajo de grado previa a la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario

AUTOR:

LIMA CUAICAL JIMMY FERNANDO

DIRECTORA:

ING. DORIS SALOMÉ CHALAMPUENTE FLORES MSC.

IBARRA, 2021

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN
CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERIA AGROPECUARIA

**“EVALUACIÓN AGRONÓMICA DEL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays* L.),
DE LA RAZA CANGUIL ROJO EN LA GRANJA EXPERIMENTAL LA
PRADERA, CHALTURA”**

Trabajo de grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación
como requisito parcial para obtener Título de:

INGENIERIO AGROPECUARIO

APROBADO:

Ing. Doris Salomé Chalampunte Flores, M.Sc.
DIRECTOR


FIRMA

Ing. María José Romero Astudillo, M.sc.
MIEMBRO TRIBUNAL


FIRMA

Lic. Ima Sánchez de Céspedes, M.Sc.
MIEMBRO TRIBUNAL


FIRMA



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	100319523-5		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Lima Cuaical Jimmy Fernando		
DIRECCIÓN:	Ibarra		
EMAIL:	jflimac@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	062580090	TELÉFONO MÓVIL:	0981504747

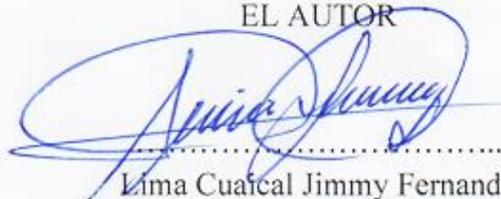
DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“Evaluación Agronómica del cultivo de maíz (<i>Zea mays</i> L.) de la raza canguil rojo en la Granja Experimental La Pradera, Chaltura”
AUTOR:	Lima Cuaical Jimmy Fernando
FECHA:	04 de Noviembre del 2021
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniería Agropecuaria
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Doris Salome Chalampunte Flores, M.Sc.

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrollo, sin los derechos de autores terceros, por lo tanto, la obra es original y es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 04 días del mes de noviembre del 2021

EL AUTOR

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Lima Cuafcal Jimmy Fernando', written over a horizontal dotted line.

Lima Cuafcal Jimmy Fernando
C.I.: 100319523-5

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por la Sr. Lima Cuaical Jimmy Fernando, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 04 días del mes de noviembre de 2021



Ing. Doris Salome Chalampunte Flores, M.Sc.
DIRECTOR DE TESIS

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN

Fecha: Ibarra, a los 04 días del mes de noviembre del 2021

Nombres y Apellidos: Jimmy Fernando Lima Cuaical / “EVALUACIÓN AGRONÓMICA DEL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays* L.), DE LA RAZA CANGUIL ROJO EN LA GRANJA EXPERIMENTAL LA PRADERA, CHALTURA” / Ingeniera Agropecuaria.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 04 días del mes de noviembre del 2021. 84 páginas.

DIRECTOR:

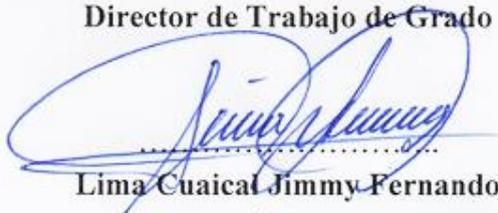
El objetivo principal de la presente investigación fue: Evaluar las características agronómicas del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), de raza canguil rojo en la Granja Experimental La Pradera, Chaltura.

Entre los objetivos específicos se encuentran:

1. Caracterizar agronómica y morfológicamente la colección de maíz raza canguil.
2. Identificar los materiales promisorios con base en la productividad y porcentaje de reventado que se obtenga entre las muestras de colección.



Ing. Doris Salome Chalampunte Flores MSc.
Director de Trabajo de Grado



Lima Cuaical Jimmy Fernando
Autor

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres y a mi familia, por brindarme: el apoyo necesario durante el transcurso de mi carrera, la motivación para siempre salir adelante y luchar por mis sueños. Gracias a ustedes por guiar mi camino para llegar a obtener un logro más en mi vida.

A la Universidad Técnica del Norte, la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, especialmente a mi carrera Ingeniería Agropecuaria, sus autoridades, personal docente, administrativo y trabajadores, quienes, durante mi estancia, aportaron conocimientos y enseñanzas, tanto para la vida profesional como para lo personal.

A mi directora de tesis, Ing. Doris Chalampunte M.Sc. quien me brindó el apoyo necesario durante el proceso de elaboración y redacción de este proyecto de investigación, juntamente con al Ing. María José Romero M.Sc. y Lcda. Ima Sánchez M. Sc, quienes me direccionaron de la mejor manera hasta la culminación.

Al Ing. José Luis Zambrano Ph.D., director del Programa del Maíz del INIAP, quien direccionó este proyecto de investigación, con su amplio conocimiento y sobre todo su excelente calidad de persona, brindándome su apoyo durante el transcurso de la fase de campo y de la misma manera en el proyecto escrito.

Un agradecimiento especial al Dr. Luis Nájera, amigo incondicional, quien me brindó su apoyo, sus consejos, los cuales hicieron de mí una mejor persona, un profesional con valores éticos y quien con sus enseñanzas permanentes inculcó el verdadero cariño hacia mi carrera.

Para finalizar, a mis amigos: Harley C., Luis B., Freddy T., Geovanny G., Sebastián Ch., Bryan P. Cristhian R. Cristian L., Nathaly A., Sofía B., quienes, durante el transcurso de mi etapa universitaria, me brindaron su apoyo y su amistad incondicional.

Este trabajo de titulación ha sido elaborado en el marco del proyecto del Fondo de Distribución de Beneficios " PR-268-Ecuador " que ha sido financiado por el Tratado Internacional de la FAO sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura. Las opiniones expresadas en este documento son las del autor y no reflejan necesariamente las opiniones o políticas de la FAO.

Jimmy Fernando Lima Cuaical.

DEDICATORIA

Este logro obtenido, se lo dedico a Dios y a las personas que me regalaron los mejores años de su vida:

A mi padre, Prof. Manuel M. Lima L., quién desde el cielo seguirá guiando mi camino, brindándome el apoyo necesario, ya que fue la persona que inculcó en mí el valor del trabajo, del compañerismo y de la verdadera amistad, siendo un padre ejemplar.

A mi madre, Prof. Germania L. Cuaical M., quien, con su apoyo, amor incondicional, sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y al ser siempre quien me acompaña a lograr todos mis sueños y metas trazadas.

Jimmy Fernando Lima Cuaical.

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CONTENIDO	I
ÍNDICE DE FIGURAS	III
ÍNDICE DE TABLAS	IV
ÍNDICE DE ANEXOS	V
CAPÍTULO I.	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Problema de investigación.....	2
1.3 Justificación.....	2
1.4 Objetivos	3
1.4.1 Objetivo general.....	3
1.4.2 Objetivos específicos	3
1.5 Hipótesis	4
CAPITULO II.	5
MARCO TEÓRICO	5
2.1 Generalidades del Cultivo de Maíz	5
2.1.1 Clasificación taxonómica del maíz	5
2.1.2 Descripción botánica	5
2.2 Maíz raza canguil	6
2.2.1 Importancia del maíz raza canguil en el Ecuador	6
2.2.2 Descripción del cultivo	7
2.2.3 Requerimientos para establecer el cultivo de maíz raza canguil	7
2.3 Erosión genética	8
2.4 Mejoramiento genético.....	8
2.4.1 <i>Generación de poblaciones en base a materiales locales</i>	8
2.5 Evaluación y caracterización morfológica	9
2.6 Marco legal.....	9
CAPÍTULO III.	10
MATERIALES Y MÉTODOS	10
3.1 Descripción del área de estudio	10
3.1.1 Características edáficas.....	11
3.2 Materiales	11
3.3 Métodos	11
3.3.1 Factor en estudio.....	11
3.3.2 Diseño Experimental	12
3.3.3 Análisis estadístico	13
3.4 Variables para evaluarse.....	13
3.4.1 Variables Cuantitativas	14

3.5 Manejo específico del experimento.....	20
3.5.1 Preparación del suelo	20
3.5.2 Delimitación del área experimental	21
3.5.3 Siembra	21
3.5.4 Manejo del cultivo	22
CAPÍTULO IV.....	25
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
4.1 Variabilidad morfológica de datos cuantitativos de la población.	25
4.2 Porcentaje de emergencia	25
4.3 Días a la floración masculina	27
4.4 Días a la floración femenina.....	28
4.5 Altura de la planta (cm).....	30
4.6 Longitud de la mazorca (cm).....	31
4.7 Diámetro de la mazorca.....	33
4.8 Número de mazorcas por planta.	35
4.9 Número de hileras por mazorca.....	36
4.10 Características cuantitativas del grano	38
4.11 Peso de 100 granos	39
4.12 Rendimiento del grano.....	41
4.13 Porcentaje de reventado.....	43
4.14 Identificación de materiales promisorios.....	44
CAPÍTULO V.	46
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	46
5.1 Conclusiones	46
5.2 Recomendaciones.....	47
Bibliografía.....	48
ANEXOS	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa base de la zona de estudio de la Granja Experimental "La Pradera"	10
Figura 2. Descripción de la distribución del experimento.....	13
Figura 3. Porcentaje de emergencia evaluado a los 45 días	14
Figura 4. Floración masculina	14
Figura 5. Floración femenina	15
Figura 6. Medición de la altura de planta	15
Figura 7. Conteo de número de mazorcas	16
Figura 8. Número de hileras de la mazorca.....	16
Figura 9. Medición del diámetro de la mazorca	17
Figura 10. Longitud de la mazorca.....	17
Figura 11. Longitud del grano	17
Figura 12. Ancho del grano	18
Figura 13. Grosor del grano.....	18
Figura 14. Peso total de los granos por unidad experimental.....	19
Figura 15. Peso de 100 granos por unidad experimental.....	19
Figura 16. Porcentaje de reventado del maíz.....	20
Figura 17. Maíz raza canguil reventado	20
Figura 18. Preparación del terreno en ensayo.....	20
Figura 19. Determinación del área experimental.....	21
Figura 20. Siembra de las variedades de maíz raza canguil	22
Figura 21. Raleo de las plantas de maíz raza canguil rojo	22
Figura 22. Rascadillo de las plantas de maíz.....	23
Figura 23. Cosecha de las plantas de maíz	24
Figura 24. Postcosecha y almacenamiento de los granos de maíz	24
Figura 25. Porcentaje de emergencia del cultivo de maíz raza canguil rojo	26
Figura 26. Accesiones de maíz raza canguil rojo que presentaron mayor porcentaje de emergencia.....	26
Figura 27. <i>Días a la floración masculina del cultivo de maíz raza canguil</i>	27
Figura 28. M35 corresponde a la accesión que presentó una floración masculina precoz y M23, accesión que presentó una floración masculina tardía.	28
Figura 29. Días a la floración femenina del cultivo de maíz raza canguil rojo	29
Figura 30. M48, accesión que presentó una floración femenina precoz y M50, accesión que presentó una floración femenina tardía.	29
Figura 31. Altura de planta del cultivo de maíz raza canguil rojo.....	30
Figura 32. M25, accesión que presentó la mayor altura de planta, y M35, accesión que presentó la menor altura de planta.	31
Figura 33. Longitud de la mazorca del cultivo de maíz	32
Figura 34. Accesiones de maíz raza canguil rojo que presentaron una menor longitud de mazorca.....	32
Figura 35. Accesiones de maíz raza canguil rojo que presentaron una mayor longitud de mazorca.....	33
Figura 36. Diámetro de la mazorca del cultivo de raza canguil rojo.....	34

Figura 37. Accesiones de maíz raza canguil rojo que presentaron un mayor diámetro de mazorca.....	34
Figura 38. Accesiones de maíz raza canguil rojo que presentaron un menor diámetro de mazorca.....	35
Figura 39. Número de mazorcas por unidad experimental de la raza canguil rojo	36
Figura 40. Accesiones de maíz raza canguil rojo que prestaron un mayor número de mazorcas por planta.	36
Figura 41. Número de hileras por mazorca del cultivo de maíz.....	37
Figura 42. Accesiones de maíz raza canguil rojo que presentaron un número menor de hileras por mazorca.....	38
Figura 43. M24, accesión que presentó una mayor longitud, grosor y ancho de grano; y M21, accesión que presentó una menor longitud, ancho y grosor del grano	39
Figura 44. Peso de 100 granos de semillas de las colecciones de maíz raza canguil rojo.	40
Figura 45. Accesiones de maíz raza canguil rojo que presentaron un mayor peso de 100 granos.	41
Figura 46. Accesiones de maíz raza canguil rojo que obtuvieron el menor peso de 100 granos.	41
Figura 47. Rendimiento en grano de las colecciones de maíz raza canguil rojo.....	42
Figura 48.....	43
Figura 49. Porcentaje de reventado de las colecciones de maíz raza canguil rojo	43
Figura 50. Accesiones de maíz raza canguil rojo consideradas como materiales promisorios	44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción climática del área de estudio	10
Tabla 2. Contenido de macronutrientes iniciales del suelo	11
Tabla 3. Materiales y equipos utilizados en la investigación	11
Tabla 4. Colecciones de maíz raza canguil rojo sembradas en la zona de estudio.....	12
Tabla 5. Descripción del ADEVA.....	13
Tabla 6. Cantidad de fertilización aplicada en el cultivo de maíz según la recomendación del INIAP.....	23
Tabla 7. Evaluación del descriptor porcentaje de emergencia	25
Tabla 8. Evaluación del descriptor días a la floración masculina	27
Tabla 9. Evaluación del descriptor días a la floración femenina.....	28
Tabla 10. Evaluación del descriptor altura de planta.....	30
Tabla 11. Evaluación del descriptor número de mazorcas por unidad experimental	35
Tabla 12. Evaluación del descriptor número de hileras de la mazorca	37
Tabla 13. Evaluación del descriptor diámetro de la mazorca.....	33
Tabla 14. Evaluación del descriptor longitud de la mazorca.....	31
Tabla 15. Evaluación de los descriptores longitud, ancho y grosor del grano	38
Tabla 16. Evaluación del descriptor peso de 200 granos	40

Tabla 17. Evaluación del descriptor rendimiento del grano	41
Tabla 18. Evaluación del descriptor porcentaje de reventado	43
Tabla 19. Materiales promisorios seleccionados de acuerdo con el porcentaje de reventado	44

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Análisis de suelo inicial del lote experimental	53
Anexo 2. Resumen de las variables evaluadas	54
Anexo 3. Medias y rangos de la variable porcentaje de emergencia.....	54
Anexo 4. Medias y rangos de la variable días a la floración masculina.....	55
Anexo 5. Medias y rangos de la variable días a la floración femenina	56
Anexo 6. Medias y rangos de la variable altura de planta.....	57
Anexo 7. Medias y rangos de la variable número de mazorcas por planta	57
Anexo 8. Medias y rangos de la variable número de hileras por mazorca	58
Anexo 9. Medias y rangos de la variable diámetro de la mazorca	59
Anexo 10. Medias y rangos de la variable longitud de la mazorca	60
Anexo 11. Medias y rangos de la variable longitud de grano	61
Anexo 12. Medias y rangos de la variable ancho del grano	62
Anexo 13. Medias y rangos de la variable grosor del grano	63
Anexo 14. Medias y rangos de la variable rendimiento del grano	64
Anexo 15. Medias y rangos de la variable peso de 100 granos.....	65
Anexo 16. Medias y rangos de la variable porcentaje de reventado	66

TÍTULO: “Evaluación Agronómica del Cultivo de Maíz (*Zea mays* L.), de la raza canguil rojo en la Granja Experimental La Pradera, Chaltura”

Autor: Lima Cuaical Jimmy Fernando

Director del trabajo de titulación: Ing. Doris Salome Chalampunte Flores, MSc.

Año: 2021

RESUMEN

En la provincia de Imbabura, en el año 2019 se realizó el estudio de la variedad morfológica de maíz (*Zea mays* L.) raza canguil provenientes de los cantones Otavalo y Cotacachi, con el fin de conocer la diversidad existente en la zona norte del país. De dicha investigación se obtuvo la raza canguil rojo como material promisorio de siembra para obtener F1. Por esta razón, el objetivo de esta investigación fue caracterizar agronómica y morfológicamente las colecciones de maíz raza canguil rojo e identificar los materiales promisorios en base a la productividad y porcentaje de reventado. Se evaluaron 35 accesiones y se usó 15 descriptores morfoagronómicos. Los caracteres floración masculina y femenina presentaron un CV menor al 20%, mientras que; el porcentaje de reventado y número de mazorcas muestran un valor mayor al 20%, siendo estos dos últimos descriptores los que determinan la variabilidad morfológica de la raza canguil rojo. En cuanto que, el análisis estadístico de las accesiones determinó que del total de los descriptores el 85.72% mostró significancia estadística. Los descriptores longitud de mazorca, diámetro de mazorca y peso de 100 semillas son los caracteres cuantitativos que se correlacionan con el rendimiento, pues la colección M12 (Rojo oscuro) presentó valores altos en estos caracteres y generó un rendimiento mayor de 10.54 t/ha, entre todas las accesiones. En base al porcentaje de reventado (mayor al 50%) y características visuales (coloración rojo y tipo de canguil) que presentaron los granos, se identificaron 5 materiales promisorios; los cuales serán semillas para la siembra del siguiente ciclo F2.

Palabras clave: descriptores, morfología, floración, mazorca

TITLE: "Agronomic Evaluation of the Corn Crop (*Zea mays* L.), of the red canguil breed in the Experimental Farm La Pradera, Chaltura"

Author: Lima Cuaical Jimmy Fernando

Director of degree work: Ing. Doris Salome Chalampunte Flores, MSc.

Year: 2021

ABSTRACT

In Imbabura province in 2019 the study of the morphological variety of corn (*Zea mays* L.) canguil breed from the cantons Otavalo and Cotacachi was carried out, to know the diversity existing in the northern part of the country. From this research, the red canguil breed was obtained as a promising planting material to obtain F1. For this reason, the objective of this research was to characterize agronomically and morphologically the collections of red canguil corn and identify the promising materials based on productivity and percentage of bursting. 35 accessions were evaluated and 15 morphoagronomic descriptors were used. The male and female flowering characters presented a CV of less than 20%, while; the percentage of bursting and number of cobs show a value greater than 20%, being these last two descriptors those that determine the morphological variability of the red canguil breed. Whereas the statistical analysis of the accessions determined that of the total of the descriptors, 85.72% showed statistical significance. The descriptors cob length, cob diameter and weight of 100 seeds are the quantitative characters that correlate with the yield, since the M12 (Dark Red) collection presented high values in these characters and generated a yield greater than 10.54 t /ha, among all accessions. Based on the percentage of bursting (greater than 50%) and visual characteristics (red coloration and type of canguil) that the grains presented, 5 promising materials were identified, which will be seeds for sowing the next F2 cycle.

Keywords: descriptors, morphology, flowering, cob

CAPÍTULO I.

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

En la escala de producción agrícola mundial, el maíz (*Zea mays* L.) ocupa el segundo lugar después de la caña de azúcar, y según las predicciones de Rosegrant et al. (2008) esta gramínea estará en primer lugar para el 2025. La producción mundial de maíz para el año 2019 fue de 1 134 millones de toneladas, debido al incremento de la superficie cultivada y al mayor rendimiento de los principales países productores/exportadores (Maluenda, 2019).

Según la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC, 2020) en Ecuador, el maíz fue el primer cultivo transitorio de mayor producción a nivel nacional alcanzando las 1 480 toneladas métricas (Tm) con una superficie sembrada de 334 767 hectáreas (ha); y tomando en cuenta que en ciertas zonas del país el maíz es cultivado hasta dos ciclos por año.

Según el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP, 2003) el país posee una gran diversidad genética de maíz por unidad de superficie, por lo cual el preservar este grano andino como un recurso natural renovable es importante para la supervivencia, sostenibilidad rural y seguridad alimentaria de las futuras generaciones.

En Ecuador Timothy et al. (1963) identificaron 29 razas de maíz, de las cuales 17 están presentes en la región Sierra (entre las cuales se encuentra el canguil) y las restantes en las regiones Litoral y Amazonía. Esta diversidad según menciona este mismo autor, tiene relación con la historia y la geografía del país, ya que muchas de ellas han sido introducidas del norte y sur durante la conquista de los Incas, produciéndose innumerables cruzamientos entre razas.

Dicha diversidad ofrece múltiples opciones genéticas que hacen posible su persistencia en ciertos agroecosistemas y es fuente de resistencia a plagas y enfermedades (Tilman, 2000); motivo que ofrece a los agricultores la materia prima para la selección y adaptación de forma continua a las condiciones cambiantes del ambiente (Cabrera et al., 2004). Por lo cual, el gran valor genético y cultural que ofrece este grano andino debe ser preservado, sin embargo, muchos centros de domesticación y diversificación de cultivos están experimentando cambios rápidos en las prácticas agrícolas, lo que ha llegado a ocasionar un alto proceso de erosión de variedades tradicionales y saberes locales (Thimothy et al., 1963).

En un estudio realizado por Tapia (2015) sobre la identificación de áreas prioritarias para la conservación de razas de maíces en la región Sierra del Ecuador, se comprobó que en los últimos 60 años no se ha perdido ninguna raza, sin embargo, la raza canguil, caucho y clavito han dejado de cultivarse en algunas provincias, conduciendo de forma paulatina a un proceso de erosión genética. Por su parte, Valverde (2015) caracterizó razas de maíz en la provincia de Azuay e identificó la presencia de 14 razas de maíz, sin embargo, en dicha colecta no se registró la raza canguil, a pesar que esta provincia representa el 48% del total de la diversidad nacional de maíz.

En la provincia de Imbabura, Castañeda (2020) colectó germoplasma de maíz raza canguil en las ferias de semillas de los cantones Cotacachi y Otavalo, y obtuvo 55 accesiones que fueron evaluadas empleando 31 descriptores morfoagronómicos. El análisis de conglomerados discriminó cuatro grupos, es así como el Grupo 1 presentó granos de tonos rojos, en el Grupo 2 hubo variación de colores, el Grupo 3 presentó tonos de amarillo anaranjados y el Grupo 4 agrupó materiales con granos de colores amarillos y anaranjados; luego del estudio realizado se determinó que 22 accesiones independientemente del color de grano pueden ser considerados materiales promisorios ya que el porcentaje de reventado supera el 70%.

De la investigación antes descrita (Castañeda, 2020) se seleccionó 35 accesiones de maíz de raza canguil que fueron consideradas como material de siembra para la presente investigación y que permitió continuar con el proceso de mejoramiento genético de esta raza de maíz. Es así como este ensayo es considerado el segundo ciclo de siembra de canguil y la continuación de la investigación antes mencionada.

1.2 Problema de investigación

La erosión genética y la pérdida del germoplasma del maíz se ha convertido en los últimos años en una situación preocupante en el Ecuador, pues se trata del grano con mayor extensión cultivada en el país. Anualmente se produce un promedio de 717 940 toneladas métricas (TM) de maíz duro seco y 43 284 TM de maíz suave seco; la producción de maíz duro se encuentra en la costa, a diferencia del maíz suave que se produce exclusivamente en la sierra (ESPAC, 2009).

Para Olivera (2011) los factores relacionados con la acción antrópica como son: reemplazo de variedades tradicionales por variedades mejoradas, cambios en el uso de suelo, tala de bosques, cambio de hábitos alimenticios, integración de mercados, migración y los factores negativos del cambio climático, han influenciado en este proceso de erosión y sobre la conservación de muchas variedades nativas de maíz.

En la provincia de Imbabura, así como en las diferentes localidades del país, el maíz raza canguil es uno de los cultivos que con el transcurso del tiempo han ido desapareciendo, lo cual representa una amenaza a la diversidad genética que posee la provincia por lo que se promueve la erosión genética de las razas de maíz (Sánchez, 2012).

Por otro lado, las políticas agropecuarias han descuidado el mejoramiento genético del maíz y se ha dejado esta actividad a compañías transnacionales que generan variedades e híbridos bajo criterios de mercado que no consideran la pertinencia local, ecológica, cultural ni de mantenimiento de diversidad en la generación de sus semillas (Farinango, 2015). Este motivo ha generado la necesidad según Coyac et al. (2013) de realizar mejoramiento genético de poblaciones por medio de la polinización libre y recomendable para los agricultores que cuentan con este germoplasma de raza canguil en las chacras.

1.3 Justificación

La formación de variedades mejoradas es una de las alternativas para disminuir el precio y aumentar la cantidad de semilla por unidad de producción de maíces criollos y tradicionales;

además del beneficio que brinda a los semilleristas de la localidad, al ofertar al mercado semilla que garantice buena rentabilidad (Farinango, 2015). La Universidad Técnica del Norte en trabajo conjunto con el Programa de Maíz de la Estación Experimental Santa Catalina del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), se concentra fundamentalmente en conservar la diversidad de maíz existente, poniendo énfasis en desarrollar variedades mejoradas a partir de cultivares locales; realizando actividades que incluyen: colección de mazorcas en campo de agricultores, caracterización, evaluación agro morfológica, cruzamientos entre las mejores colectas, métodos de selección y validación con agricultores de la misma región donde fueron colectados los materiales.

Estas variedades mejoradas conservan las mismas características de mazorca y grano que el material original, así como la adaptación específica a las regiones para las que fueron desarrolladas, pero con rendimientos que notablemente superan a las variedades tradicionales (Yáñez et al., 2003). Por tal motivo, las semillas de raza canguil rojo que fueron consideradas como material promisorio en el ensayo de variabilidad de las razas de maíz en la provincia de Imbabura realizado por Castañeda (2020), fue el germoplasma para continuar en el proceso de mejoramiento genético de esta raza de maíz.

Con estas consideraciones, la presente investigación se encuentra dentro del marco del proyecto del Fondo de Distribución de Beneficios “PR-268-Ecuador” que ha sido financiado por el Tratado Internacional de la Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO) sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura, y en conjunto con las instituciones INIAP y la Universidad Técnica del Norte pretende rescatar la diversidad local del maíz raza canguil, buscar redistribuir el material genético a los agricultores de la provincia del Imbabura de tal forma que se promueva la seguridad y soberanía alimentaria de las localidades siendo una estrategia más de conservación.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Evaluar las características agronómicas del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), de raza canguil rojo en la Granja Experimental La Pradera, Chaltura.

1.4.2 Objetivos específicos

- Caracterizar agronómica y morfológicamente la colección de maíz raza canguil.
- Identificar los materiales promisorios con base en la productividad y porcentaje de reventado que se obtenga entre las muestras de colección.

1.5 Hipótesis

Hipótesis alternativa

- Al menos un material de maíz raza canguil presenta buen rendimiento y alto porcentaje de reventado.

Hipótesis nula

- Ninguno de los materiales de maíz raza canguil presenta características para que pueda ser considerado un material promisorio.

CAPITULO II.

MARCO TEÓRICO

2.1 Generalidades del Cultivo de Maíz

Una de las actividades agrícolas más importantes a nivel mundial es la producción de los cultivos de grano, pues cuenta con mayor parte de la superficie sembrada en las áreas más productivas del mundo (Satorre et al., 2011). En el Ecuador, es considerado como uno de los granos más destinados para el consumo alimenticio de la población y en menor medida destinada para el consumo de animal (INIAP, 1982). En el año 2015, la producción de maíz incremento a nivel nacional alcanzando alrededor un valor promedio de 6.33 t/ha; la provincia del Guayas es la principal productora con un rendimiento de 6.8 t/ha, seguido por Manabí con 6.49 t/ha y Los Ríos con 6.29 t/ha (Monteros, 2016).

2.1.1 Clasificación taxonómica del maíz

El maíz es una planta gramínea que presenta la siguiente clasificación taxonómica (Acosta,2009):

Reino: Plantae

Clase: Liliopsida

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Género: Zea

Especie: *mays*

Nombre científico: *Zea mays* Linneo

2.1.2 Descripción botánica

Paliwal (2001) describe a la planta de maíz, como una planta que llega a medir entre 2 y 2.5 metros, con un tallo que tiene hasta 30 hojas y un sistema radicular fibroso. A continuación, se describe cada parte botánica de la planta de maíz:

2.1.2.1 Sistema radicular

El sistema radicular que desarrolla es de tres tipos: raíz primaria (raíces seminales) las cuales se forman de la semilla, después se forman las raíces secundarias o también llamadas raíces adventicias, estas son raíces que nacen en el primer nudo de la base del tallo y finalmente aparecen las raíces de sostén o soporte que surgen de los nudos cerca de la superficie del suelo, proporciona estabilidad y evita el acame (Basantes, 2004).

2.1.2.2 Tallo

El tallo que se forma en la planta de maíz es semileñoso, puede alcanzar una altura de dos a seis metros formado por la estructura meristemo apical, profilo, hojas, nudos y entrenudos (Paliwal, 2001).

2.1.2.3 Hojas

Las hojas son alternas, sésiles y envainadoras, de forma lancéola, ancha y áspera en los bordes, vainas pubescentes, lígula corta; llegan hasta un metro de longitud y su número es variable entre variedades, pero constante en cada variedad (Basantes, 2004).

2.1.2.4 Flores

La planta de maíz posee dos tipos de inflorescencias, la primera inflorescencia es la flor femenina donde se forma la mazorca y el grano y es cubierta totalmente por las hojas; la segunda inflorescencia es la flor masculina, que se encuentra en la parte superior del tallo y tiene forma de panoja con una espiga principal, de la cual surgen ramificaciones laterales donde se localizan las flores masculinas productoras de polen (Paliwal, 2001),

2.1.2.5 Fruto

El fruto que forma el maíz es una carióspside, el cual se forma cuando el óvulo es fecundado y es cubierto por la semilla que se combinan juntamente para formar la pared del fruto que consta de tres partes: pared, embrión diploide, endospermo triploide que es la parte más externa del endospermo y está en contacto con la pared del fruto (aleurona), en esta espiga cilíndrica que es fecundada tiende a llamarse mazorca porque está formada por granos en hileras, raquis, pedúnculo y la cubierta (Paliwal, 2001)

2.1.2.6 Proceso de polinización

La polinización cruzada se favorece debido a que el viento y la gravedad son los principales agentes que transportan el grano de polen de la espiga a los estigmas, lo que origina la posibilidad de polinización a grandes distancias (García et al., 2016).

El flujo de polen entre variedades de maíz de diferente color de endospermo fue evaluado, encontrando que el flujo de polen disminuye exponencialmente a medida que aumenta la distancia de la fuente; el comportamiento del viento y el efecto de la turbulencia asimismo influyeron en la distancia recorrida por el polen (Guzmán et al., 2008).

En un proceso natural, el polen se desprende de las anteras posándose sobre los estigmas, aunque en ocasiones, ambas partes no coinciden en su maduración; además es importante señalar que aproximadamente el 95% de los óvulos de una mazorca sufren polinización cruzada y solo el 5% es auto polinizado. En un proceso artificial de polinización, interviene la mano del hombre sobre todo para mejoramiento genético (Santoyo, 2004).

Cuando el polen ha caído sobre el estigma se produce el proceso de fertilización, a partir de entonces, la nueva célula germinada se transporta por un tubo polínico, el cual moviliza dos núcleos generativos que harán doble fertilización en el óvulo para producir un grano de maíz; esto sucede con todos los óvulos de la mazorca, llenándola de nuevos individuos, en condiciones idóneas (Santoyo, 2004).

2.2 Maíz raza canguil

2.2.1 Importancia del maíz raza canguil en el Ecuador

El canguil es un alimento muy apetecido por los niños y adultos en el agro ecuatoriano, a

pesar de ello tiene poca importancia, pues hace 25 años en la provincia de Imbabura había 50 hectáreas sembradas del llamado maíz palomero y ahora, presenta menos de cinco hectáreas (Sánchez, 2012). Este mismo autor asegura que en el cantón Mira, en Carchi era uno de los lugares con mayor rendimiento, pero que hoy en día este grano ha desaparecido de esta zona; en Imbabura en cambio existe agricultores que siembran canguil en pequeñas parcelas para autoconsumo familiar.

En la actualidad diferentes instituciones como el INIAP, MAGAP, UNORCAC, Universidad Técnica del Norte y la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra, realizan estudios sobre la recuperación del germoplasma de esta raza de canguil para que regrese a campo, con el fin de evitar la extinción de este cultivo y conservar parte de ese material genético en bancos de germoplasma.

2.2.2 Descripción del cultivo

El canguil es una raza de maíz perteneciente a las variedades criollas, internacionalmente es conocido como el reventón; los especímenes típicos se encuentran a 2 260 msnm y presentan variedades de diferente color como: amarillo, blanco, rojo o morado con mazorcas cortas, delgadas y cilíndricas, con granos puntiagudos, puntas pequeñas y delgadas, con hojas angostas en la base y con presencia de aurículas, espigas densamente agrupadas, además produce más de dos mazorcas pequeñas y en ocasiones hasta seis mazorcas (Yáñez et al., 2014).

Esta raza de maíz no es considerada como un cultivo comercial común en los trópicos y es sembrada únicamente a pequeña escala, en varios países de los trópicos los granos de maíces duros son usados como reventones o son tostados en arena caliente y consumidos como bocadillos (Paliwal, 2001).

2.2.3 Requerimientos para establecer el cultivo de maíz raza canguil

Los requerimientos del cultivo de maíz de altura se encuentran descritos por Yáñez et al. (2010) quien señala los siguientes parámetros:

- **Clima:** Para las diferentes etapas fenológicas del maíz se recomienda temperaturas de 15 a 20°C, para la germinación de semillas, 25 a 30° C y para su crecimiento y fructificación una temperatura de 20 a 32° C.
- **Suelos:** El maíz se adapta muy bien a todos los tipos de suelo, especialmente con un pH entre 6 y 7, profundos y ricos en materia orgánica
- **Riego:** La cantidad consumida por la planta durante su ciclo esta alrededor de 600 mm, si llega a tener dos días de estrés hídrico en la fase de floración puede disminuir el rendimiento en más de un 50%
- **Preparación del terreno:** Es recomendable prepararlo con dos meses de anticipación con la ayuda de un tractor o con yunta, comprendiendo una de arado, una de rastra y la surcada, tratando de no desmenuzar demasiado el suelo.
- **Siembra:** En la serranía ecuatoriana, se recomienda realizar la siembra entre los

meses de septiembre hasta mediados de enero, por lo general se coloca dos semillas por sitio distanciados a 0.80 metros entre surcos y a 0.50 metros entre sitios, o también se puede ubicar una sola semilla cada 0.25 metros.

- **Fertilización:** Es recomendable hacer un análisis de suelo, se puede recomendar 120-100-80 kg/ha más 20 kg de Mg/ha; el N y K debe fraccionarse: 40 % siembra y 60 % a los 30-40 días.
- **Cosecha:** La cosecha de maíz se realiza cuando las hojas de las plantas se han secado por completo y se tornan de color amarillo, siendo los granos con un contenido de humedad de 25 a 35%. A su vez se puede realizar una cosecha en grano tierno o seco, dependiendo de las necesidades del agricultor.

2.3 Erosión genética

La erosión genética es el proceso de pérdida de variedades y razas de las especies domesticadas de plantas y animales, es un proceso continuo y generalizado a nivel mundial y nacional (FAO, 2011). En Ecuador, la pérdida de los maíces criollos se debe al incremento de cultivos con variedades comerciales de mayor rendimiento, la introducción de modelos de producción de agricultura moderna, expansión de la frontera agrícola y la modificación en los sistemas de producción, factores que han deteriorado la producción local de alimentos y la soberanía alimentaria (Kato et al., 2019).

Entre las variedades criollas se encuentra el canguil, conocido internacionalmente como reventón, y sus derivados. Los especímenes típicos se encuentran a 2 260 msnm, variedades de color amarillo, blanco, rojo o morado; mazorcas cortas, delgadas y cilíndricas con granos puntiagudos, plantas pequeñas y delgadas con hojas angostas en la base y con presencia de pequeñas aurículas, espigas erizadas de espículas densamente agrupadas (Cárcamo, 2009).

2.4 Mejoramiento genético

El objetivo del mejoramiento genético es el de introducir diversidad genética, teniendo como principal actividad el de escoger dentro de una población, a los individuos que ofrecen las mejores características logrando una evolución acelerada de dicha población seleccionada. Para ello es necesario que exista variación no solo fenotípica sino también genética (Caicedo, 2001).

Robles (1986) indica que el mejoramiento de plantas cultivadas tiene un fin primordial que es la creación de variedades de alta producción por unidad de superficie, en un determinado medio y con determinados procedimientos culturales. Concluyendo que el mejoramiento de especies cultivadas procura la obtención de materiales:

- Resistentes a plagas, enfermedades y acame de tallos.
- Precoces
- De fácil adaptación
- Y nutritivamente ricos en proteína, almidón, aceites, etc.

2.4.1 *Generación de poblaciones con base en materiales locales*

Las poblaciones se generan con base en las colectas de razas o complejos raciales del campo donadas por agricultores o por accesiones del banco de germoplasma. Durante el proceso de investigación, transferencia y capacitación a los agricultores de las diferentes regiones que participan activamente, así también han sido coparticipes de las evaluaciones agronómicas y en la aceptación o preferencia de un determinado tipo de grano, para lo cual se utiliza la metodología de investigación participativa y enfoque del género (Yáñez, et al., 2005).

2.5 Evaluación y caracterización morfológica

La evaluación y caracterización de germoplasma son actividades rutinarias en proyectos de investigación que involucran el estudio y la valoración del germoplasma en forma general, el término refiere a la definición de características determinadas por muchos genes (herencia cuantitativa). Mientras la caracterización apunta a características de herencia mendeliana (Sánchez, 2012).

2.6 Marco legal

La presente investigación se encuentra dentro de lo establecido por las leyes y artículos que rigen al Estado Ecuatoriano, así por ejemplo la Constitución Política del Ecuador reafirmada en el 2008 establecen en el Art. 71 los derechos de la naturaleza, a través del cual se estableció el Plan Nacional de Desarrollo “Toda una vida” entre las estrategias 2017-2021 dentro de los cuales se encuentra el Objetivo 3 “Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental, territorial y global”, que tiene como finalidad exigir el respeto a la naturaleza mediante el cuidado de los recursos naturales del país, aplicando estrategias de conservación que mermen el impacto ambiental de la actividad agrícola y pecuaria e impulsen el uso sostenible y agregado del patrimonio natural.

A su vez se encuentra inmersa en la Ley Orgánica de Agrobiodiversidad, Semillas y Fomento de Agricultura que tiene como objetivo estratégico contribuir a la soberanía alimentaria fortalecer la agrobiodiversidad, conservación y producción de semillas, bancos de germoplasma, así como el apoyo a pequeños y medianos productores, impuesto en el Art. 1.

CAPÍTULO III.

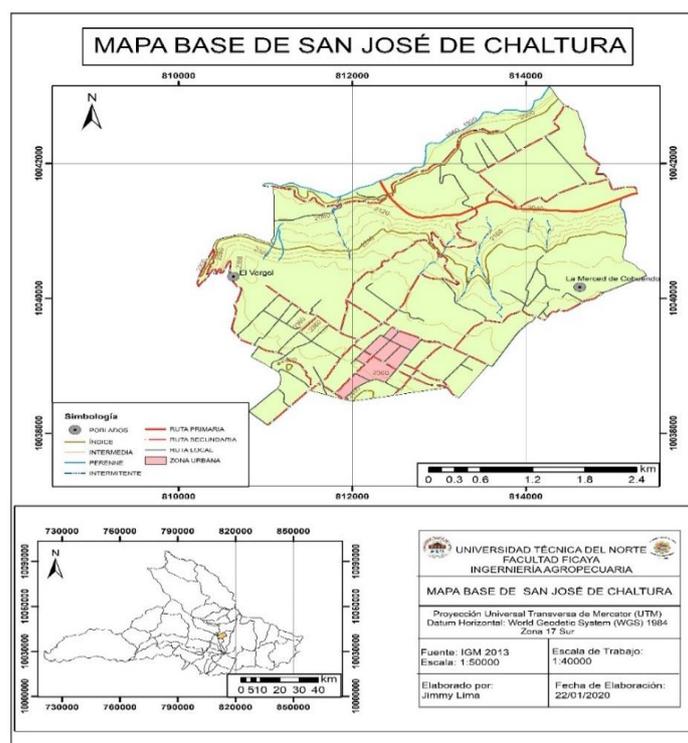
MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Descripción del área de estudio

El presente estudio se realizó en la Granja Experimental “La Pradera” de la Universidad Técnica del Norte, ubicada en la provincia de Imbabura, cantón Antonio Ante, parroquia San José de Chaltura (Figura 1.)

Figura 1.

Mapa base de la zona de estudio de la Granja Experimental "La Pradera"



Las características climáticas del área de estudio durante el desarrollo del cultivo de maíz se pueden observar en la Tabla 1.

Tabla 1.

Descripción climática del área de estudio

Características climáticas	
Temperatura mínima	10 °C.
Temperatura máxima	32 °C.
Precipitación	597.2 mm
Humedad relativa:	72 %

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrografía (2016)

3.1.1 Características edáficas

El suelo de la zona de estudio presentó una textura franca, con un 43% de arena, 42% de limo y 15% de arcilla; y un pH de 7.31 (neutral). En la Tabla 2 se muestra el contenido de los macronutrientes que presentó el suelo, cuyo análisis químico se realizó en el Laboratorio de Análisis de suelos, plantas y aguas de la Estación Experimental Santa Catalina - INIAP. En el Anexo 1 se muestra el contenido de los microelementos.

Tabla 2.

Contenido de macronutrientes iniciales del suelo

Propiedades	Valor	Unidad	Nivel crítico
Nitrógeno (N)	22.65	ppm	bajo
Fósforo (P)	196.00	ppm	alto
Potasio (K)	0.72	meq/100ml	alto

3.2 Materiales

Los insumos, equipos electrónicos, herramientas y materiales de campo usados durante el desarrollo de la investigación se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3.

Materiales y equipos utilizados en la investigación

Materiales	Equipos	Insumos	Herramientas
Piola	Bomba de	Semillas de maíz raza	Azadón
Estacas	fumigación	canguil	Pala
Flexómetro	Computadora	Herbicidas	Rastrillo
Fundas de polinización	Cámaras fotográficas	Insecticidas	
Etiquetas	Balanza CAMRY	Fungicidas	
Lápices de cera	EI-02HS	Fertilizantes sólidos	
Grapadora	Calibrador digital	Fertilizantes foliares	
Grapas	6" CHI1409		
Clips	Horno microondas		

3.3 Métodos

3.3.1 Factor en estudio

La presente investigación tuvo como factor en estudio las 35 colecciones de maíz criollo raza canguil rojo, procedentes de la provincia de Imbabura, de los cantones Otavalo y Cotacachi (Tabla 4).

Tabla 4.*Colecciones de maíz raza canguil rojo sembradas en la zona de estudio*

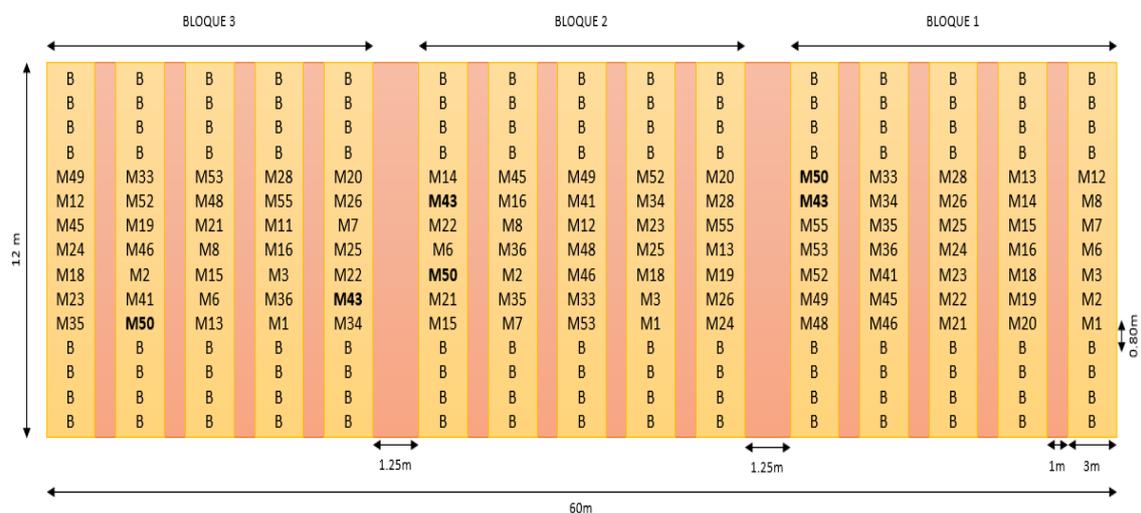
Accesión	Color	Localidad
M1	Rojo Oscuro	Cumbas Conde
M2	Rojo Oscuro	Cumbas Conde
M3	Rojo Oscuro	Cumbas Conde
M6	Marrón Claro	Cumbas Conde
M7	Rojo	Cumbas Conde
M8	Rojo Oscuro	Mojanda
M12	Rojo Oscuro	Cumbas Conde
M13	Rojo Oscuro	Cumbas Conde
M14	Naranja Rojizo Moderado	Cumbas Conde
M15	Naranja Marrón Moderado	Cumbas Conde
M16	Rojo Oscuro	Cumbas Conde
M18	Rojo Oscuro	Arrayanes
M19	Rojo Oscuro	Arrayanes
M20	Rojo Amarillento	Arrayanes
M21	Marrón Blanco	Arrayanes
M22	Rojo Oscuro	San Blas de Cuicocha
M23	Rojo Oscuro	San Blas de Cuicocha
M24	Rojo Oscuro	San Blas de Cuicocha
M25	Rojo Oscuro	San Blas de Cuicocha
M26	Naranja Rojizo Moderado	San Blas de Cuicocha
M28	Naranja Moderado	San Blas de Cuicocha
M33	Rojo Oscuro	Peguche
M34	Rojo Oscuro	Peguche
M35	Naranja Rojizo Moderado	Peguche
M36	Naranja Rojizo Moderado	Peguche
M41	Rojo Oscuro	Peguche
M45	Naranja Rojizo Moderado	Camuendo
M46	Rojo Oscuro	Camuendo
M48	Marrón Claro	Guachinguero
M49	Naranja Marrón	Guachinguero
M52	Marrón Claro	Guachinguero
M53	Marrón Claro	Guachinguero
M55	Marrón Claro	Guachinguero
Test1 (M43)	Blanco	
Test2 (M50)	Blanco	

3.3.2 *Diseño Experimental*

En el presente estudio se empleó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) como se puede observar en la Figura 2.

Figura 2.

Descripción de la distribución del experimento.



3.3.2.1 Características del ensayo

Factor en estudio	35
Bloques / repeticiones	3
Número de unidades experimentales	105
Área total del ensayo	720 m ²

3.3.2.2 Características de la unidad experimental

Área de la unidad experimental	1.2 m ²
Distancia entre surco	0.80 m
Distancia entre punto	0.25 m
Nº de semillas por punto	2 semillas
Nº de plantas por unidad experimental	13 plantas

3.3.3 Análisis estadístico

Para realizar el análisis estadístico se utilizó el software INFOSTAT vr. 2019, en donde se ingresaron los datos cuantitativos.

Tabla 5.

Descripción del ADEVA

Fuentes de Variación	GL
Colecciones	35
Bloques	2
Error	48
Total	104

3.4 Variables para evaluarse

Se tomaron datos cuantitativos en cada etapa vegetativa del cultivo del maíz, para ello se tomó las 13 plantas de cada unidad experimental. Las variables morfoagronómicas

evaluadas se detallan a continuación:

3.4.1 Variables Cuantitativas

- **Porcentaje de emergencia**

Para evaluar la variable porcentaje de emergencia se procedió a contabilizar el número de plantas emergidas en cada bloque a los 45 días y se realizó su registro, como se observa en la Figura 3.

Figura 3.

Porcentaje de emergencia evaluado a los 45 días



- **Días a la floración masculina**

Para la variable días hasta la floración masculina se contabilizó el número de días transcurridos desde la fecha de la siembra hasta el momento que inicio la emisión del polen en el 50% de las plantas, tal como se observa en la Figura 4.

Figura 4.

Floración masculina



- **Días a la floración femenina**

Para evaluar la variable días hasta la emisión de estigmas se contabilizó el número de días transcurridos desde la fecha de la siembra hasta que existió la visibilidad de los filamentos o cabellos jóvenes de las mazorcas en el 50% de las plantas, como se observa en la Figura 5.

Figura 5.

Floración femenina



- **Altura de planta**

Para la medición de la altura de planta se tomó las 13 plantas de cada unidad experimental y se colocó una regla de madera pegada a una cinta métrica desde el punto de inserción de las raíces hasta la base de la espiga. La medida se registró en centímetros, como se observa en la Figura 6.

Figura 6.

Medición de la altura de planta



- **Número de mazorcas**

La evaluación de la variable número de mazorcas se realizó con el conteo de número de mazorcas producidas por cada una de las 13 plantas de cada unidad experimental, tal como se observa en la Figura 7.

Figura 7.

Conteo de número de mazorcas



- **Número de hileras de la mazorca**

De las trece plantas de las cuales fueron cosechadas las mazorcas se procedió a contabilizar y registrar el número de hileras por mazorca, de acuerdo con la Figura 8

Figura 8.

Número de hileras de la mazorca.



- **Diámetro de la mazorca**

Para la medición de la variable diámetro de la mazorca se tomó todas las mazorcas cosechadas de cada unidad experimental y con el uso de un calibrador digital se midió la parte central de las mazorcas. La medida se registró en centímetros, como se observa en la Figura 9

Figura 9.
Medición del diámetro de la mazorca



- **Longitud de la mazorca**

En todas las mazorcas cosechadas de cada unidad experimental se procedió a tomar la variable longitud de la mazorca con el uso de un calibrador digital y este valor se registró en centímetros, tal como se observa en la Figura 10.

Figura 10.
Longitud de la mazorca



- **Longitud del grano**

La evaluación de la variable longitud del grano se midió en 10 granos tomados al azar y con el uso de calibrador digital se tomó la medida desde el ápice hasta la corona. La medida se registró en milímetros (mm) (Figura 11).

Figura 11.
Longitud del grano



- **Ancho del grano**

Para la medición del ancho del grano, se tomó los mismos 10 granos anteriores y se procedió a colocar el calibrador digital en la parte más ancha de los costados del grano. La medida se registró en milímetros (mm) (Figura 12).

Figura 12.

Ancho del grano



- **Grosor del grano**

De los 10 granos anteriores se procedió a colocar el calibrador digital desde la parte frontal del grano donde está el germen y dirigido hacia atrás. La medida se registró en milímetros (mm) (Figura 13):

Figura 13.

Grosor del grano

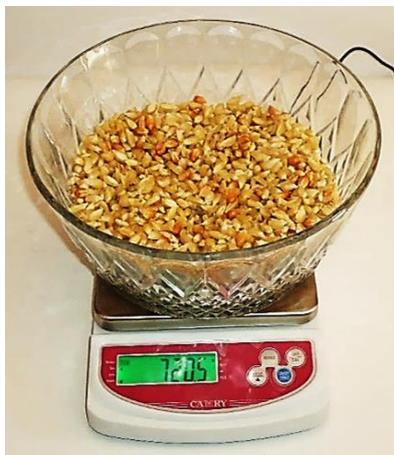


- **Rendimiento del grano**

El rendimiento se evaluó cuando los granos de maíz presentaron una humedad del 10% y una vez cosechadas las mazorcas de cada unidad experimental se desgranó todas las mazorcas y se procedió a pesar en una balanza electrónica los granos y se obtuvo el peso total en gramos, como se puede observar en la Figura 14.

Figura 14.

Peso total de los granos por unidad experimental

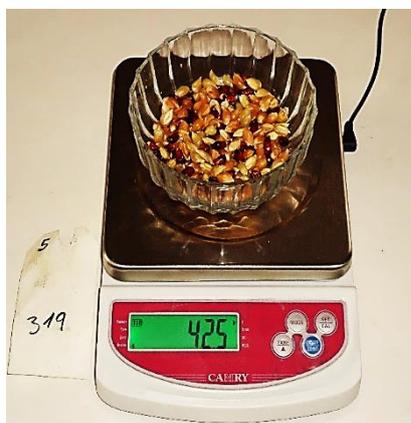


- **Peso de 100 granos**

De los granos cosechados se tomó al azar la cantidad de 100 granos de cada unidad experimental, los cuales fueron colocados en una balanza electrónica y se obtuvo el peso en gramos, tal como muestra la Figura 15.

Figura 15.

Peso de 100 granos por unidad experimental



- **Porcentaje de reventado**

Para evaluar el porcentaje de reventado se seleccionó al azar 200 granos de cada unidad experimental y fueron colocados en un recipiente de cristal, el cual fue introducido en un horno microondas durante un tiempo promedio de 4 minutos y 30 segundos. Una vez transcurrido este tiempo se contabilizó el total de canguiles que reventaron y el total de los que no reventaron. Esta variable se expresó en porcentaje (%), como se puede observar en la Figura 16 y Figura 17. El tiempo de exposición en el microondas fue debido a que el porcentaje de humedad fue menor a 10.

Figura 16.
Porcentaje de reventado del maíz



Figura 17.
Maíz raza canguil reventado



3.5 Manejo específico del experimento

3.5.1 Preparación del suelo

Se realizó el pasado de una rastra, a los quince días posteriores se incorporó la materia orgánica en el suelo, así mismo se pasó el arado, al transcurrir siete días se hizo el respectivo surcado del lote, como muestra la Figura 18.

Figura 18.
Preparación del terreno en ensayo



3.5.2 *Delimitación del área experimental*

Las medidas del área experimental fueron de 12 m de ancho por 60 m de largo, con un área total 720 m², se dividió en tres bloques, cada bloque constó de cinco unidades experimentales de 36 m² (12 m de ancho y 3 m de largo), en cada unidad experimental se realizó 15 surcos (en los siete surcos centrales se sembró las colecciones, mientras que los cuatro surcos del borde inicial y final fueron para efecto borde) (Figura 19).

Figura 19.

Determinación del área experimental



3.5.3 *Siembra*

Las semillas fueron seleccionadas y contabilizadas en el laboratorio de semillas del INIAP de la Estación Experimental Santa Catalina, a las cuales se les aplicó Carboxin + Captan antes de la siembra, con la finalidad de desinfectar la semilla y evitar el ingreso de patógenos al momento de ser colocados en el suelo. Posteriormente se realizó la siembra en los surcos previamente seleccionados que tenían una distancia de 3 m y los cuales tuvieron 13 puntos de siembra a 0.25 m de distancia cada uno, en donde se colocó dos semillas por cada punto, usando un total de 26 semillas por cada muestra o accesión, en total fueron 910 semillas usadas por cada bloque y 2 730 semillas distribuidas en los 3 bloques respectivamente. Adicionalmente se sembró la muestra M19 semilla de canguil de color rojo oscuro, que fue de borde y usó 26 semillas por surco, 208 semillas por tabla, 1 040 por bloque y un total de 3 120 semillas en los tres bloques (Figura 20).

Figura 20.

Siembra de las variedades de maíz raza canguil



3.5.4 Manejo del cultivo

- **Raleo**

La actividad de raleo se realizó de forma manual a los 45 días después de la siembra, cuando las plantas alcanzaron un tamaño entre 0.25 m a 0.30 m. Para lo cual se eliminó una planta por sitio quedando únicamente la más fuerte y vigorosa, sin embargo, dependiendo de las colecciones se dejó hasta dos plantas, hasta que se obtuvo 13 plantas por cada unidad experimental, como se puede observar en la Figura 21.

Figura 21.

Raleo de las plantas de maíz raza canguil rojo



- **Rascadillo**

El rascadillo es una actividad que se realizó con el fin de remover la costra que se forma en la superficie del suelo y a su vez se removió las malezas de forma manual en la época crítica de competencia que comprende entre los 0 a 45 días después de la siembra, tal como se puede apreciar en la Figura 22.

Figura 22.

Rascadillo de las plantas de maíz



- **Aporque**

El aporque se realizó a los 45 y 60 días después de la siembra, lo cual consistió en arrimar tierra alrededor de la planta en la parte inferior del tallo, con el fin de mejorar la fijación al suelo, conjuntamente se procedió a desherbar el cultivo. Además, durante el aporque se colocó en la parte lateral la urea que complementa la fertilización del cultivo.

- **Fertilización**

Una vez realizado el análisis de suelo del lote del cultivo de ensayo, la fertilización empleada en el cultivo de maíz se realizó acorde a las recomendaciones brindadas por el Laboratorio de análisis de suelos, plantas y agua del Departamento de manejo de suelos y aguas del INIAP, Estación Santa Catalina.

Tabla 6.

Cantidad de fertilización aplicada en el cultivo de maíz según la recomendación del INIAP

Requerimiento kg/ha				Fertilizante	Cantidad en	Sacos de 50 kg
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S	Mineral	kg /ha	
94	40	20	25	18-46-00	85	1.7
				Urea	170	3.4
				Sulpomag	115	2.3

- **Control de maleza**

El control de malezas se realizó de forma manual al momento del aporque, y su control gradual en cada etapa fenológica, pues como bien se conoce este tipo de plantas compiten con el maíz por todos los recursos que brinda el suelo y su crecimiento podría disminuir

su rendimiento y a su vez sirven como hospederos de plagas, por lo cual se aplicó métodos de control cultural, mecánico y químico.

- **Cosecha**

Primero se observó si el grano se encuentra en su madurez fisiológica y posteriormente se realizó la colecta de forma manual, la colecta se realizó en cada unidad experimental, para lo cual se usó fundas plásticas identificadas por una etiqueta y así se evitó así la mezcla de los diferentes materiales, como se puede observar en la Figura 23.

Figura 23.

Cosecha de las plantas de maíz



- **Postcosecha y almacenamiento**

Se realizó el desgrane y se guardó la semilla en fundas de papel identificadas y se realizó su respectiva evaluación y posteriormente fueron remitidas al Programa de Maíz del INIAP de la Estación Experimental Santa Catalina, tal como se puede apreciar en la Figura 24.

Figura 24.

Postcosecha y almacenamiento de los granos de maíz



CAPÍTULO IV.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la presente investigación se evaluaron 35 accesiones de maíz (*Zea mays* L.) raza canguil rojo, en donde se evaluaron 13 variables agronómicas y morfológicas cuantitativas, durante diferentes etapas fenológicas del cultivo. Los resultados se detallan a continuación.

4.1 Variabilidad morfológica de datos cuantitativos de la población.

Para determinar la variabilidad de los resultados obtenidos en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) raza canguil rojo, se usaron parámetros estadísticos como la media aritmética y el coeficiente de variación (CV); pues según menciona Gordón-Mendoza (2015) el coeficiente de variación se emplea para determinar la validez de una investigación. Franco e Hidalgo (2003) indican que los caracteres con valores de CV mayor al 50% presentan alta variabilidad en la especie, así mismo, cuando son menores al 20% indican datos más homogéneos y por lo tanto dicha variación será menor.

El coeficiente de variación de los descriptores, floración masculina (5.89%), floración femenina (5.93%), diámetro de la mazorca (7.57%), longitud del grano (8.05%), longitud de la mazorca (9.12%) y grosor del grano (9.52%) presentaron datos más homogéneos, siendo las características con menor variabilidad entre las accesiones del maíz raza canguil rojo. Por otro lado, el CV de los descriptores, porcentaje de reventado (37.09%), rendimiento del grano (32.85%) y número de mazorcas (30.68%) muestran datos heterogéneos, es decir que dichas variables permiten que exista variabilidad entre las accesiones. Los valores obtenidos del análisis de las características a nivel poblacional se muestran en el Anexo 2.

A continuación, a través del análisis de varianza se detallan los resultados obtenidos del comportamiento de las 35 accesiones evaluadas:

4.2 Porcentaje de emergencia

La variable porcentaje de emergencia fue evaluada a los 45 días después de la siembra, con el fin de observar las plantas ya establecidas y avalar que existieran las 13 plantas por cada unidad experimental. Una vez realizado el análisis estadístico se determinó que existe diferencias significativas entre las accesiones de maíz raza canguil rojo evaluadas ($F=3.41$; $gl=34, 68$; $p<0.0001$) (Tabla 7).

Tabla 7.

ADEVA de la evaluación del descriptor porcentaje de emergencia de las accesiones de raza de canguil rojo

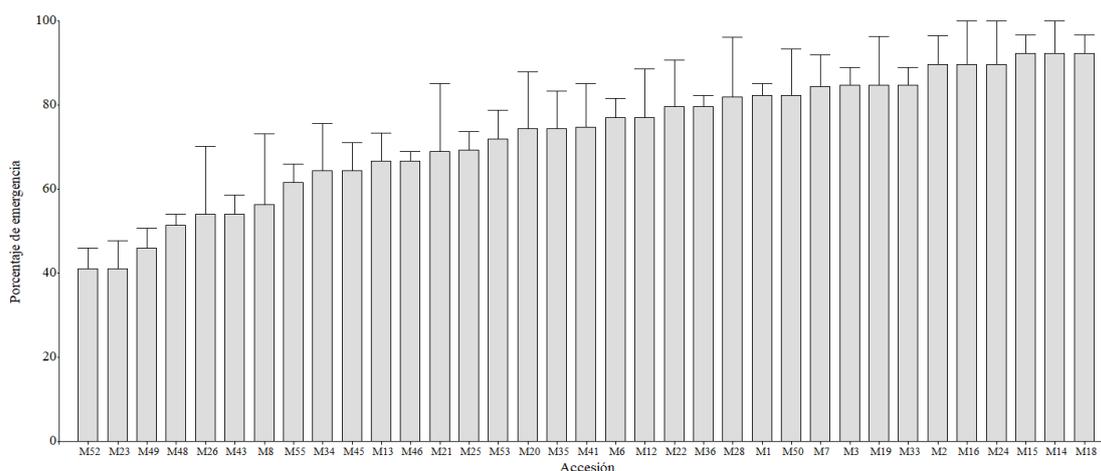
Fuente de variación	Grados de libertad F.V	Grados de libertad Error	Valor F	Valor P
Accesión	34	68	3.41	<0.0001

En la figura 25, se puede apreciar que las accesiones M18, M14 y M15 obtuvieron el

mayor porcentaje de emergencia con un valor promedio de 92.33%, en comparación a las accesiones testigo de canguil blanco M43 y M50 que presentaron un menor porcentaje de germinación de 54% y 82.33%. Por otro lado, las accesiones que mostraron un porcentaje de germinación mayor al 80% fueron la M24, M16, M2, M33, M19, M3, M7, M50, M1 y M28; mientras que las accesiones que obtuvieron un porcentaje menor al 50% son la M49, M23 y M52.

Figura 25.

Porcentaje de emergencia del cultivo de maíz raza canguil rojo



Estas diferencias significativas entre las accesiones, según manifiesta Calero (2006) es debido a que, al tener las mismas condiciones para todos los tratamientos, el porcentaje de emergencia depende exclusivamente del vigor genético de la semilla, por lo que se puede atribuir que las accesiones M18, M14 y M15 al presentar un alto porcentaje de germinación serán una garantía para un óptimo crecimiento y desarrollo en las plantas en del siguiente ciclo.

Considerando que este ensayo corresponde al primer ciclo de selección, la semilla utilizada para la siembra fue provista de la investigación realizada por Castañeda (2020), más no corresponde a semilla certificada seleccionada, además cabe mencionar que factores físicos tales como profundidad de siembra y sanidad de semilla tienen influencia en esta variable y pueden ocasionar que exista estas diferencias significativas entre accesiones.

Figura 26.

Accesiones de maíz raza canguil rojo que presentaron mayor porcentaje de emergencia



A nivel poblacional el descriptor porcentaje de emergencia presentó un CV de 26.75% de variabilidad, con una media de 72.72% de emergencia y se registró un mínimo de 23% y un máximo de 100% de emergencia de las plantas de maíz raza canguil rojo, los valores mencionados se presentan en el Anexo 2.

4.3 Días a la floración masculina

La presente variable fue evaluada, cuando el 50% de las plantas por cada accesión presentó flores masculinas con liberación de polen. Los resultados de análisis de varianza muestran que existe diferencias significativas entre las accesiones de maíz raza canguil rojo ($F=2.41$; $gl=34, 68$; $p=0.0001$) (Tabla 8).

Tabla 8.

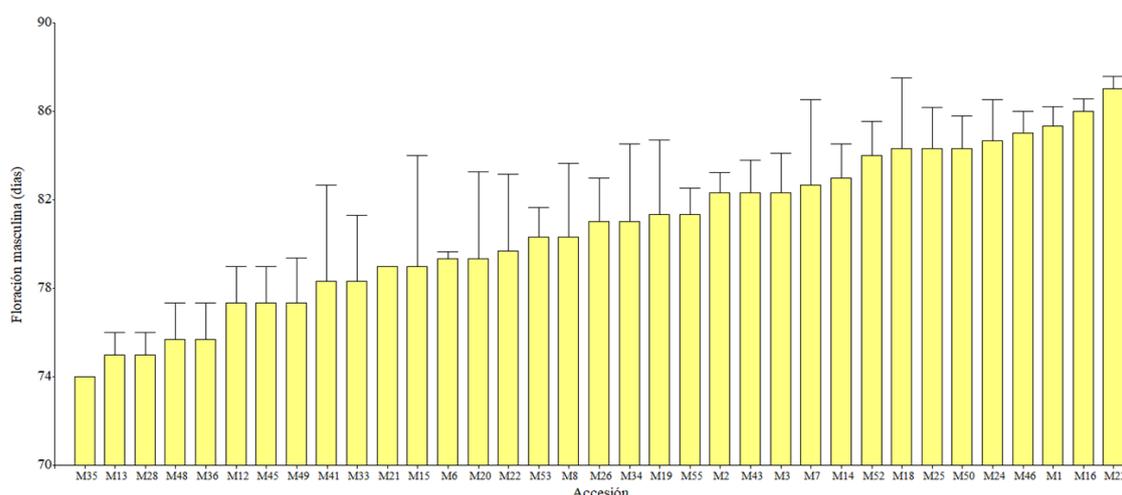
ADEVA de la evaluación del descriptor días a la floración masculina de las accesiones de maíz raza canguil rojo

Fuente de variación	Grados de libertad F.V	Grados de libertad Error	Valor F	Valor P
Accesión	34	68	2.41	0.0001

En la figura 27, se identificó que la accesión M35 registró un valor mínimo de 74 días de transcurridos desde la siembra hasta la floración masculina con la liberación de polen, mientras que las accesiones M50 (Testigo - canguil blanco) y M23 presentaron un valor máximo de 84.33 y 87 días.

Figura 27.

Días a la floración masculina del cultivo de maíz raza canguil



La floración masculina que presentó este estudio es considerada como tardía con respecto a la investigación de Castañeda (2020), quien este mismo tipo de germoplasma inicio la floración a los 65 días, es decir nueve días antes. Esto permite sugerir que, la raza canguil rojo es un material nativo precoz, siendo este un resultado positivo para el proceso de selección, debido a que se trata de incrementar la precocidad de las poblaciones.

Figura 28.

M35 corresponde a la accesión que presentó una floración masculina precoz y M23, accesión que presentó una floración masculina tardía.



Por otro lado, a nivel poblacional este descriptor mostró CV de 5.89%, con una media de 80.67 días después de la siembra e iniciando la floración masculina a partir de los 74 días (mínimo) y otras plantas después de los 90 días (máximo), los datos indicados se encuentran en el Anexo 2. El CV de floración masculina no concuerda con Castañeda (2020), ensayo del cual proviene el germoplasma de esta investigación; pues dicho autor obtuvo un CV de 10.57%. Por lo cual se puede asumir que este descriptor para este ciclo presentó datos más homogéneos sin presentar variabilidad entre las accesiones evaluadas.

4.4 Días a la floración femenina

La variable días a la floración femenina fue evaluada cuando el 50% de las plantas de cada accesión presentaron estigmas. Al realizar el análisis estadístico, se mostró que existe diferencias significativas entre las accesiones evaluadas ($F=2.44$; $gl=34, 68$; $p=0.0009$) (Tabla 9).

Tabla 9.

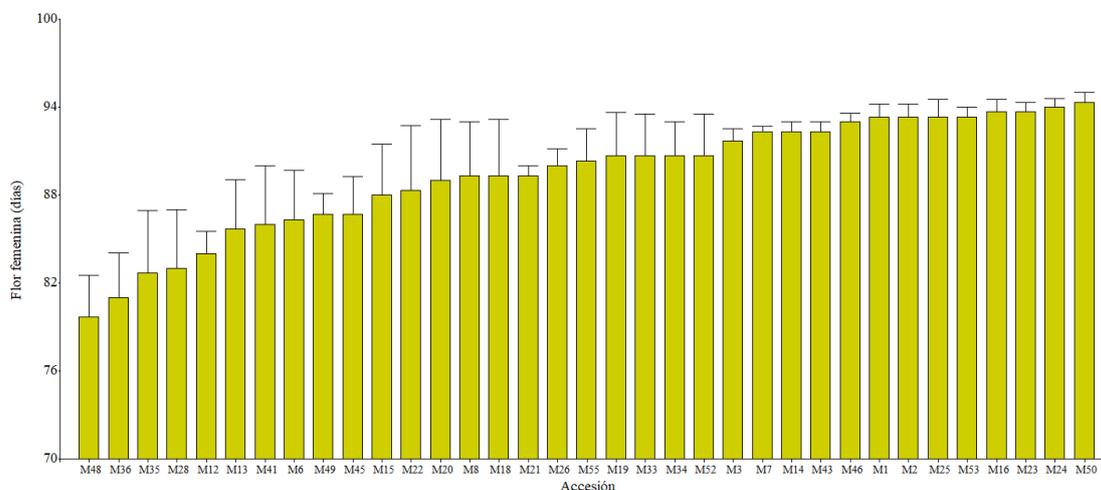
ADEVA de la evaluación del descriptor días a la floración femenina de las accesiones de maíz raza canguil rojo

Fuente de variación	Grados de libertad F.V	Grados de libertad Error	Valor F	Valor P
Accesión	34	68	2.44	0.0009

En la figura 29, se identificó que la accesión M48 registró un valor mínimo de 79.67 días de días transcurridos desde la siembra hasta la floración femenina con la presencia de estigmas, mientras que las accesiones M50 (Testigo-canguil blanco) y M24 presentaron un valor máximo de 94.33 días; así mismo se puede observar que un 28.57% correspondiente a 10 accesiones (M52, M34, M33, M19, M55, M26, M21, M18, M8 y M20) presentaron su floración en un rango entre los 89 y 90.67 días

Figura 29.

Días a la floración femenina del cultivo de maíz raza canguil rojo



Los datos de floración femenina con el valor máximo concuerdan con Castañeda (2020), quien obtuvo una media de 97.37 días, por lo tanto, son similares, pues de este ensayo se obtuvo el material para la presente investigación. Según los datos registrados por el INIAP (1989) los días a la floración femenina es de 105 días para la variedad mejorada de canguil blanco “INIAP-198”, por lo tanto, se da a conocer que el maíz raza canguil rojo es un material nativo precoz en comparación a otras razas. Por lo que, este ciclo muestra una disminución de días y es un resultado positivo para el proceso de selección, pues se trata de incrementar la precocidad de las poblaciones.

Figura 30.

M48, accesión que presentó una floración femenina precoz y M50, accesión que presentó una floración femenina tardía.



El CV que presentó este descriptor a nivel poblacional fue del 5.93%, con una media de 89.39 días después de la siembra e iniciando la floración femenina a partir de los 74 días (mínimo) y otras después de los 95 días (máximo) (Anexo 2). El CV que muestra esta investigación es inferior a la presentada por Castañeda (2020), quien obtuvo un valor de 12.45%; es decir que este ensayo al ser siguiente ciclo muestra datos más homogéneos para días a la floración femenina.

4.5 Altura de la planta (cm)

Los datos de la variable altura de planta se registró a los 15 días antes de la cosecha de las mazorcas de maíz, y una vez realizado el análisis estadístico se determinó que existe diferencias significativas entre las accesiones evaluadas ($F=3.62$; $gl=34, 68$; $p<0.0001$).

Tabla 10.

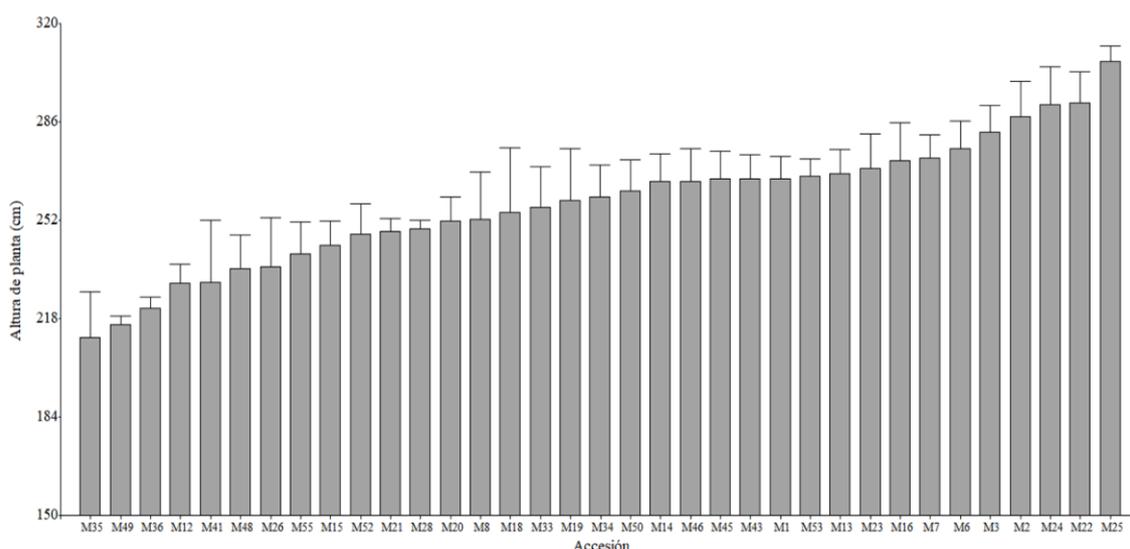
ADEVA de la evaluación del descriptor altura de planta de las accesiones de maíz raza canguil rojo.

Fuente de variación	Grados de libertad F.V	Grados de libertad Error	Valor F	Valor P
Accesión	34	68	3.62	<0.0001

En la figura 31, se observa que la accesión M25 presentó la mayor altura de planta con un valor de 307 cm, en comparación con el testigo canguil blanco M50 y M43 que mostraron una altura menor de 262 cm y 266.33 cm. En cuanto que, las accesiones M36, M49 y M35 presentaron una altura de 221.67 cm, 216 cm y 211 cm, considerándose como las plantas más pequeñas con respecto a las demás accesiones.

Figura 31.

Altura de planta del cultivo de maíz raza canguil rojo



Al comparar con los datos tomados por Castañeda (2020) quien evaluó el mismo germoplasma, la altura mínima fue de 82 cm y la máxima de 290 cm, lo cual significa que la variedad de canguil rojo alcanzó una mayor altura de planta en comparación al ciclo anterior del cual proviene las semillas. Este comportamiento no es considerado como ventaja al momento de realizar el proceso de mejoramiento genético, pues Vásquez et al. (2016) menciona que un exceso de altura de planta no es muy deseado para muchos agricultores, ya que la plantación es muy susceptible al acame; y según da a conocer Wellhausen et al. (2010) las plantas del maíz palomero miden hasta 1.7 m, lo cual facilita el manejo del cultivo.

En cuanto al proceso de selección Vega (1972), señala que las plantas de mayor altura son más susceptibles a ser dobladas por la acción del viento y las lluvias, causando pérdidas en las siembras, por lo que menciona que la selección de plantas de menor altura ha resultado efectiva en términos de rendimiento y considera un criterio adecuado en procesos de selección.

Por otro lado, Pavón (2005) indica que las variedades más tardías son más altas, tal como ocurrió en esta investigación, en donde la accesión M24 presentó una floración masculina y femenina tardía a los 84.67 y 94 días, y por consiguiente una mayor altura de 292 cm; mientras que la accesión M35 mostró una floración masculina y femenina precoz a los 74 y 82.67 días obteniendo una menor altura de 211.33 cm.

Figura 32.

M25, accesión que presentó la mayor altura de planta, y M35, accesión que presentó la menor altura de planta.



A nivel poblacional el descriptor altura de planta presentó un CV de 10.57% de variabilidad con una media de 257.85 cm, se logró observar una altura desde 182 cm (mínima) hasta 318 cm (máximo) (Anexo 2). En cambio, Castañeda (2020) muestra un CV de 18.84 %, lo cual determina que el presente ciclo de maíz muestra datos más homogéneos.

4.6 Longitud de la mazorca (cm).

Una vez realizado el análisis estadístico se determinó que no existe diferencias significativas entre las accesiones de maíz raza canguil rojo para el descriptor de longitud de la mazorca ($F=1.47$, $gl=34,68$; $p=0.0876$) (Tabla 14).

Tabla 11.

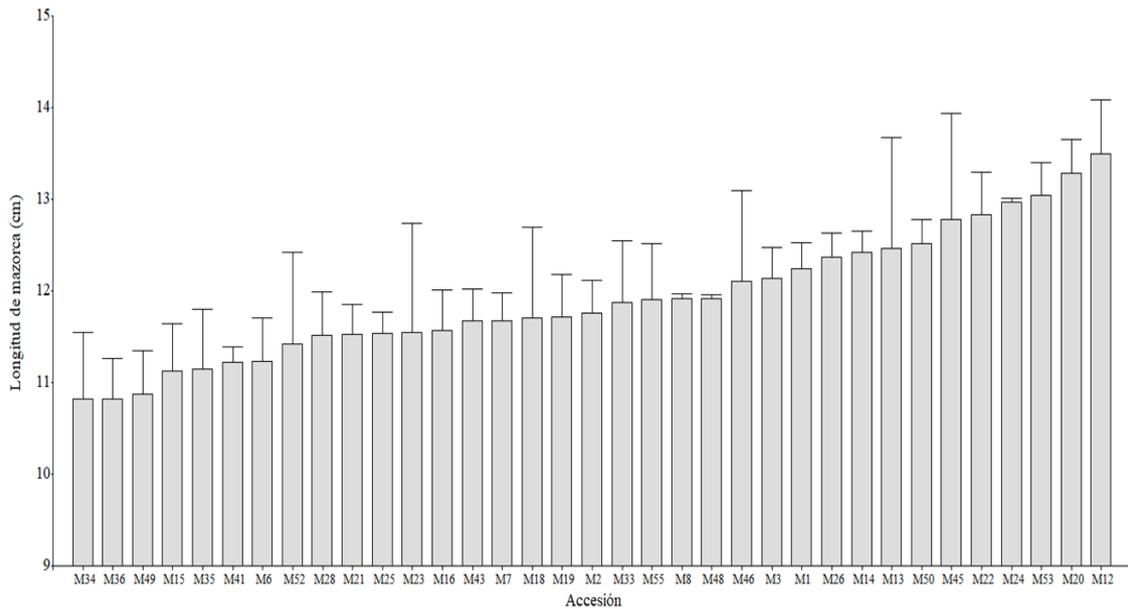
ADEVA de la evaluación del descriptor longitud de la mazorca de las accesiones de maíz raza canguil rojo.

Fuente de variación	Grados de libertad F.V	Grados de libertad Error	Valor F	Valor P
Accesión	34	68	1.47	0.0876

En la figura 33, se puede observar que las accesiones M34 y M36 registran una menor longitud de mazorca con un promedio de 10.82 cm; mientras que las accesiones M12, M20 y M53 presentan una mayor longitud de mazorca con un promedio de 13 cm.

Figura 33.

Longitud de la mazorca del cultivo de maíz



Los datos obtenidos en esta investigación como se mencionó anteriormente son inferiores a los presentados por Castañeda (2020) quien obtuvo una longitud de mazorca entre 14.5 cm hasta 17.34 cm en el mismo germoplasma. De igual manera Aguilar (2019) reporta un valor promedio de 15.21 cm para longitud de mazorca en los materiales de raza canguil.

Observándose que los valores encontrados en la presente investigación son menores a los antecedentes indicados; Wellhausen et al (2010) menciona que la longitud de mazorca en el maíz palomero es de corta a muy corta, es decir que este descriptor es característico de la raza canguil, sin embargo, Ayala et al. (2007) menciona que la longitud de mazorca es un atributo de baja heredabilidad (10-30%), es decir, altamente afectado por el medio ambiente, pero también es un componente correlativo con el rendimiento.

Figura 34.

Accesiones de maíz raza canguil rojo que presentaron una menor longitud de mazorca.

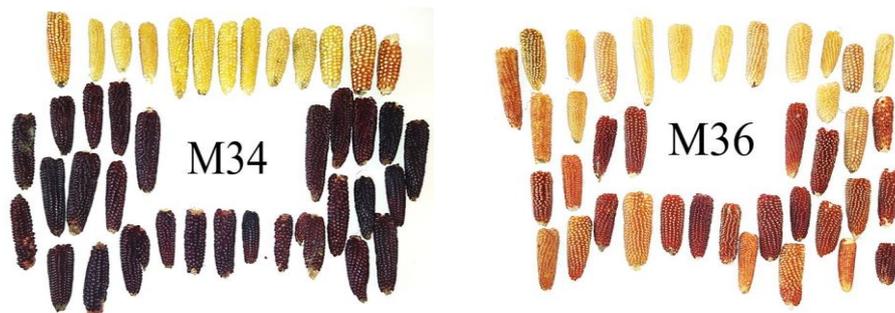
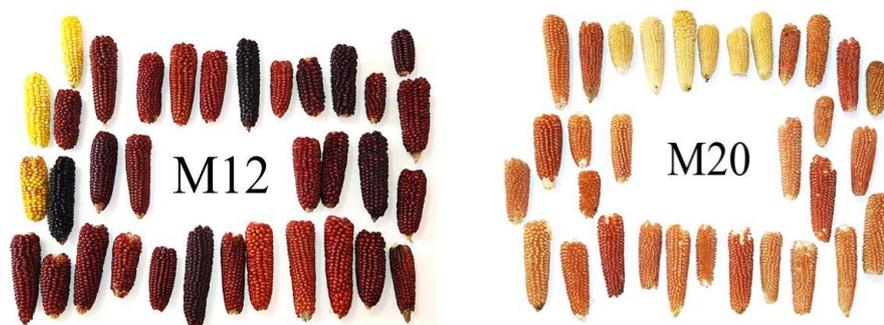


Figura 35.

Accesiones de maíz raza canguil rojo que presentaron una mayor longitud de mazorca.



El descriptor longitud de mazorca a nivel poblacional obtuvo un CV de 9.12%, presentó una media de 11.92 cm y una longitud de 9.57 cm (mínimo) hasta 14.68 cm (máximo) (Anexo 2). En la evaluación de la variabilidad de la raza canguil realizado por Castañeda (2020) obtuvo un CV de 19.38% en longitud de mazorca, al comparar este resultado con la presente investigación se puede mencionar que el maíz raza canguil rojo tiene mazorcas más pequeñas que el ensayo de donde procedieron las semillas de siembra para esta investigación.

4.7 Diámetro de la mazorca (cm).

Los resultados de análisis de varianza para la variable diámetro de la mazorca muestra que existe diferencias significativas entre las accesiones de maíz raza canguil rojo ($F=3.49$; $gl=34, 68$; $p<0.0001$) (Tabla 13).

Tabla 12.

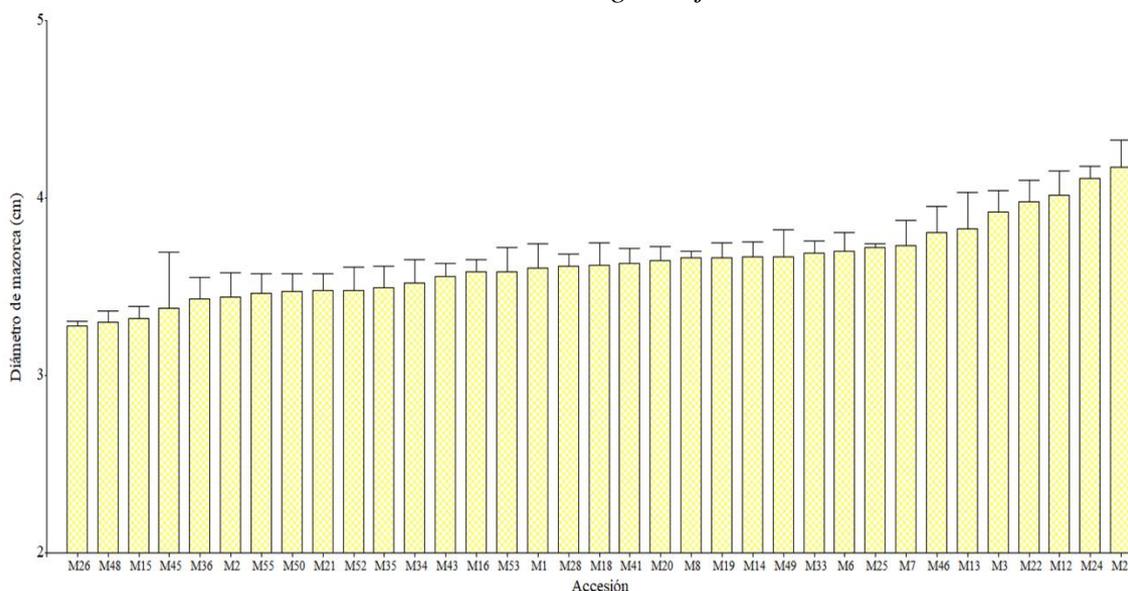
ADEVA de la evaluación del descriptor diámetro de la mazorca de las accesiones de maíz raza canguil rojo.

Fuente de variación	Grados de libertad	Grados de libertad	Valor F	Valor P
	F.V	Error		
Accesión	34	68	3.49	<0.0001

En la figura 36, se observa que las accesiones que obtuvieron un mayor diámetro de mazorca fueron la M23 y M24 con valores de 4.17 cm y 4.11 cm, con respecto al testigo de canguil blanco M50 y M43 que mostraron un diámetro menor de 3.47 cm y 3.56 cm. Mientras que, las accesiones M48 y M26 presentaron un diámetro de 3.30 cm y 3.28 cm siendo las mazorcas con menor tamaño en comparación al resto de accesiones evaluadas.

Figura 36.

Diámetro de la mazorca del cultivo de raza canguil rojo



La diferencia de diámetros entre las mazorcas de las distintas accesiones que se investigaron puede estar relacionado según Blessing y Hernández (2009) con factores genéticos e influenciado por factores edáficos, nutricionales y ambientales. Además, Franquet y Borrás (2004) afirma que especies que no han sido sometidas a un proceso de mejoramiento largo o continuo es poco probable que se defina el fenotipo a expresar. Por consiguiente, el obtener diferentes datos entre las accesiones de maíz raza canguil rojo es parte de un largo proceso de mejoramiento que se irá definiendo con los siguientes ciclos de siembra.

Blessing y Hernández (2009) mencionan que el diámetro de mazorca se relaciona directamente con la longitud de esta, en la presente investigación se observa que la accesión M36 tiene un diámetro de 3.43 cm por ende tienen una longitud pequeña de 10.82 cm, en comparación con la accesión M12 que tiene un diámetro de 4.02 cm y una longitud de 13.49 cm. Por lo que también es una variable importante para poder medir el rendimiento.

Figura 37.

Accesiones de maíz raza canguil rojo que presentaron un mayor diámetro de mazorca.



Figura 38.

Accesiones de maíz raza canguil rojo que presentaron un menor diámetro de mazorca.



El diámetro de la mazorca a nivel poblacional dio un CV de 7.57%, una media de 3.64 cm y en la cual se obtuvo mazorcas de 2.74 cm (mínimo) hasta 4.41cm (máximo) de diámetro (Anexo 2). Una media similar presentó Castañeda (2020), quien registro un diámetro de 3.64 cm y hace referencia a que este descriptor se mantiene de forma similar al ensayo de donde se obtuvo las semillas de siembra para este ciclo.

4.8 Número de mazorcas por planta.

Respecto al descriptor número de mazorcas por planta, el análisis estadístico determinó que existe diferencias significativas entre las accesiones de maíz raza canguil rojo ($F=2.08$; $gl=34, 68$; $p=0.0053$) (Tabla 11).

Tabla 13.

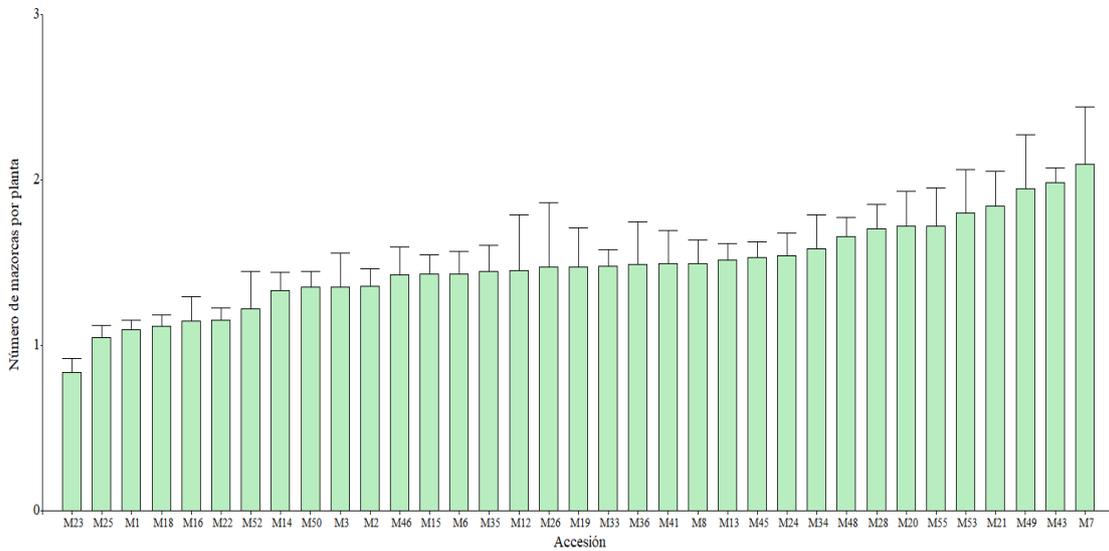
ADEVA de la evaluación del descriptor número de mazorcas por planta de las accesiones de maíz raza canguil rojo.

Fuente de variación	Grados de libertad F.V	Grados de libertad Error	Valor F	Valor P
Accesión	34	68	2.08	0.0053

Como se puede observar en la figura 40, la accesión M7 y M43 (testigo-canguil blanco) presentaron un mayor número de mazorcas por planta con 2.09 y 1.99 mazorcas; mientras que las accesiones M25 y M23 mostraron 1.05 y 0.84 mazorcas por planta, siendo las accesiones de menor producción.

Figura 39.

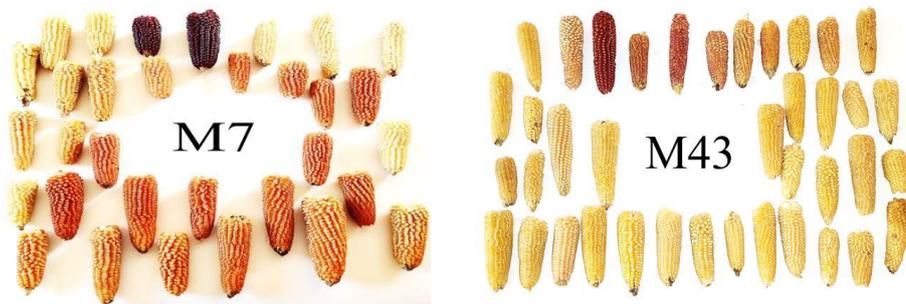
Número de mazorcas por unidad experimental de la raza canguil rojo



Los datos obtenidos en esta investigación son corroborados por Paliwal y Lafitte (2001) quienes afirman que, una de las características principales que del maíz reventador es que la planta puede presentar más de dos y hasta seis mazorcas por plantas, sin embargo, recalca que estas mazorcas suelen ser pequeñas o delgadas, pero con mayor número de granos. Los factores que afectan la variación genética de resistencia a la esterilidad puede ser el manejo de las densidades del cultivo, mientras mayor sea la densidad de la siembra menor será la prolificidad y a menor densidad de siembra un cultivo de maíz puede dar plantas con más de dos mazorcas debido a que hay intercepción de luz y mayor absorción de nitrógeno.

Figura 40.

Accesiones de maíz raza canguil rojo que prestaron un mayor número de mazorcas por planta.



4.9 Número de hileras por mazorca

El descriptor número de hileras por mazorca, una vez realizado el análisis estadístico determinó que no existe diferencias significativas entre las accesiones evaluadas de maíz raza canguil rojo ($F=1.48$, $gl=34$, 68 ; $p=0.0869$) (Tabla 12).

Tabla 14.

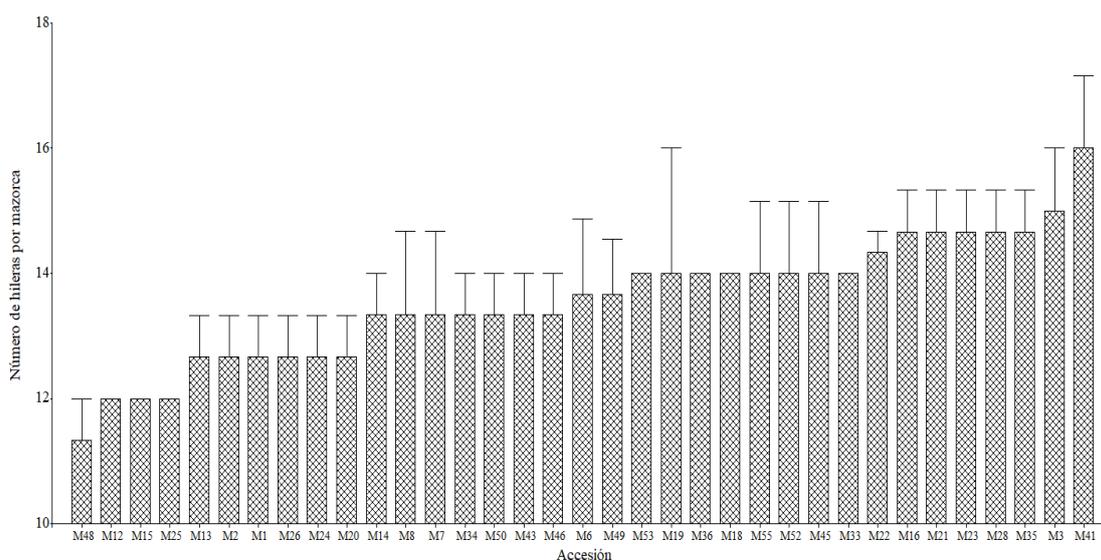
ADEVA de la evaluación del descriptor número de hileras de la mazorca de las accesiones de maíz raza canguil rojo.

Fuente de variación	Grados de libertad F.V	Grados de libertad Error	Valor F	Valor P
Accesión	34	68	1.48	0.0869

A pesar de no mostrar diferencias significativas estadísticas, se puede observar diferencias numéricas. En la figura 41, se muestra que las accesiones M48 y M12 presentaron la menor cantidad de hileras por mazorca con un promedio de 11.33 hileras y 12 hileras; mientras que, las accesiones con mayor cantidad de hileras fueron M41 y M3 con un promedio de 16 hileras y 15 hileras por mazorca; así mismo se puede observar que 13 accesiones que equivale al 37.14% de las muestras evaluadas presentan un promedio de 14 hileras por mazorca.

Figura 41.

Número de hileras por mazorca del cultivo de maíz



A diferencia de otras variedades de maíz tipo canguil, el número de hileras que presentó esta investigación es bajo. Wellhausen et al (2010) indica que el maíz palomero toluqueño (canguil) tiene un número elevado de hileras de maíz por mazorca con un promedio de 20 o más y su disposición en la mazorca es separada por un espacio ancho entre los pares de hileras debido a que presenta espiguillas separadas. Vásquez et al. (2016) da a conocer que la diferencia entre números de hileras de mazorca puede deberse a patrones genéticos y a respuestas fisiológicas contrarias o a una combinación genético fisiológico.

Por otra parte, Farinango (2015) menciona que, a mayor diámetro de mazorca mayor número de hileras, es decir son variables directamente proporcionales. Lo cual se evidenció en la presente investigación, en donde el menor número de hileras presentó la accesión M48 con 11 hileras y con un diámetro inferior de 3.30 cm; en cuanto que el

mayor número de hileras mostró la accesión M41 con 16 hileras y un diámetro mayor de 4.00 cm.

Este mismo autor afirma que esta variable es un componente correlativo con el rendimiento, pero a pesar de que la accesión M41 tuvo un mayor número de hileras y un diámetro mayor en la mazorca obtuvo un rendimiento bajo de 5.89 t/ha a comparación de la accesión M48 que mostró un menor diámetro y número de hileras, y presentó un rendimiento de 7.12 t/ha.

Figura 42.

Accesiones de maíz raza canguil rojo que presentaron un número menor de hileras por mazorca



Este descriptor a nivel poblacional presentó un CV de 11.29%, con una media de 13.56 hileras y encontró mazorcas de 10 hileras (mínimo) hasta 18 hileras (máximo) (Anexo 2). La media obtenida concuerda con Castañeda (2020), quien presentó un valor de 13.56 hileras por mazorcas y hace referencia que este descriptor se mantiene de forma similar al ensayo de donde se obtuvo las semillas de siembra para este ciclo.

4.10 Características cuantitativas del grano

Al analizar los datos para los descriptores del grano de maíz raza canguil rojo se puede apreciar que existe diferencias significativas entre las accesiones evaluadas para longitud de grano ($F=1.90$; $gl=34, 68$; $p=0.0126$), ancho del grano ($F=3.20$; $gl=34, 68$; $p<0.0001$) y grosor del grano ($F=2.77$; $gl=34, 68$; $p=0.0002$) (Tabla 15).

Tabla 15.

ADEVA de la evaluación de los descriptores longitud, ancho y grosor del grano de las accesiones de maíz raza canguil rojo.

Código	Fuente de variación	Grados de libertad F.V	Grados de libertad Error	Valor F	Valor P
LG_GR	Accesión	34	68	1.90	0.0126
ANC_GR	Accesión	34	68	3.20	<0.0001
GRO_GR	Accesión	34	68	2.77	0.0002

El análisis estadístico para cada uno de los descriptores del grano presentó diferencias significativas entre las accesiones evaluadas, en donde la accesión que presentó una mayor longitud, ancho y grosor del grano fue M24 con 1.40 cm, 0.84 cm y 5.03 mm, con

respecto a la accesión testigo de canguil blanco; mientras que, la accesión M21 mostró los valores más bajos con respecto a las demás accesiones, con 1.12 cm de longitud, 0.62 cm de ancho y 4.17 mm de grosor del grano. En cuanto que, las accesiones testigo de canguil blanco M50 y M43 presentaron valores intermedios para los descriptores del grano.

Los valores bajos que se evidenció concuerdan con Castañeda (2020), quien en materiales de canguil reportó una longitud, ancho y grosor del grano similar con un valor de 1.9 cm, 0.66 cm y 4.73 mm, respectivamente. Esto demuestra que en este ciclo del cultivo se obtuvo granos más grandes con respecto al primer ciclo del cultivo del cual se obtuvo las semillas para esta investigación.

Márquez-Sánchez (2008) mencionan que el tamaño del grano es hereditario y se ve influenciado por factores ambientales, dichos factores Vásquez et al. (2016) lo denominan genética ambiental, es decir, que hay plantas con un tipo de herencias que van a funcionar mejor en un ambiente que en otro no.

Figura 43.

M24, accesión que presentó una mayor longitud, grosor y ancho de grano; y M21, accesión que presentó una menor longitud, ancho y grosor del grano



Al realizar el análisis poblacional se obtuvo que longitud del grano tuvo un CV de 8.05 % con una media de 1.17 cm, con un mínimo de 0.85 cm y un máximo de 1.44 cm. El ancho de grano presentó un CV de 10.43% con una media de 0.71 cm, se encontraron grano de 0.46 cm hasta granos con 0.91 cm. El grosor del grano tuvo un CV de 9.52 %, una media de 0.50 cm, en la evaluación se obtuvo granos de 0.30 cm hasta 0.61 cm de grosor. Los datos de CV para cada descriptor se pueden apreciar en el Anexo 2.

4.11 Peso de 100 granos

De acuerdo con el análisis de varianza para el descriptor peso de 100 granos se puede observar que existe diferencias significativas entre las accesiones de maíz raza canguil rojo ($F=13.43$; $gl=34, 68$; $p<0.0001$) (Tabla 16).

Tabla 16.

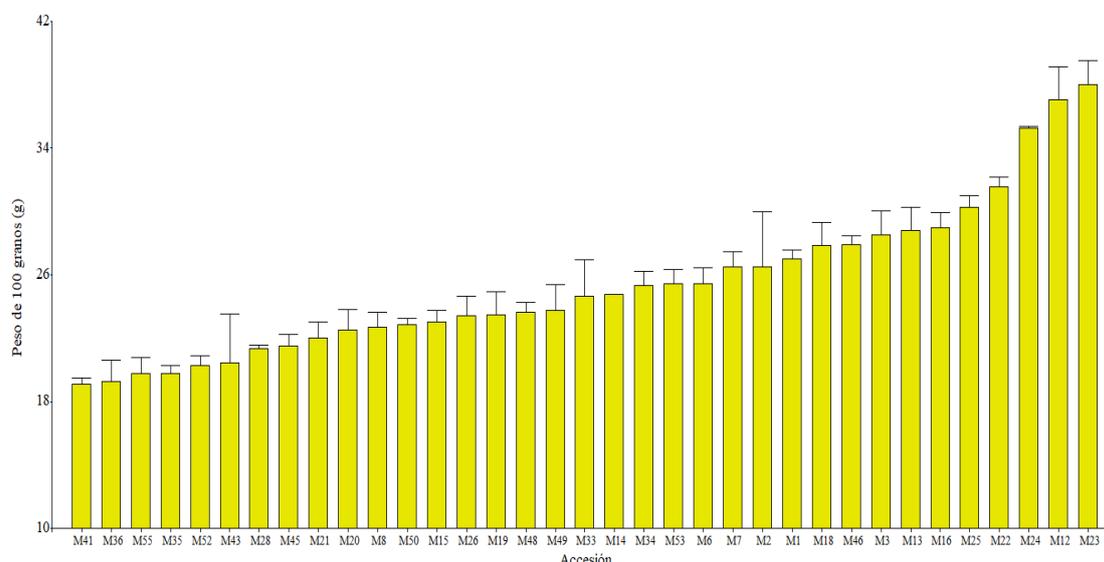
ADEVA de la evaluación del descriptor peso de 100 granos de las accesiones de maíz raza canguil rojo.

Fuente de variación	Grados de libertad F.V	Grados de libertad Error	Valor F	Valor P
Accesión	34	68	13.43	<0.0001

La figura 44 muestra que las accesiones M23 y M12 obtuvieron el mayor peso en granos con una media de 38 y 37.08 gramos; siendo las accesiones M36 y M41 aquellas que registraron el menor peso de 100 semillas con 19.25 y 19.08 gramos. En tanto que, las accesiones testigo de canguil blanco presentaron valores intermedios para el peso de 100 granos.

Figura 44.

Peso de 100 granos de semillas de las colecciones de maíz raza canguil rojo



Rodríguez y Solís (1977) menciona que el peso de los granos de la mazorca esta relaciona con el número de granos y el tamaño de ellos, es decir que mientras más llena este la mazorca y sus granos estén bien formados, mayor será el peso del grano por mazorca. En la presente investigación, la colección M12 presentó una mayor longitud, ancho y grosor del grano (1.28 cm, 0.84 cm y 5.67 mm), esto ha dado lugar que dicha accesión presente un mayor peso en las semillas. A diferencia de la accesión M41 que mostró una menor longitud, ancho y grosor del grano (1.12 cm, 0.64 cm y 4.37 cm) y por lo tanto obtuvo un peso menor en las semillas de esta raza de maíz.

La variación en el peso de la semilla que presenta este ensayo según menciona Vásquez et al. (2016) está relacionada con el manejo agronómico del cultivo y las condiciones climáticas de la zona o diferencia genética incluso en la misma variedad. Por otro parte, Martínez et al. (2011) relacionan esta variación de peso con la condición alógama que presentan las combinaciones de razas, y que produce este comportamiento de diversidad.

Figura 45.

Accesiones de maíz raza canguil rojo que presentaron un mayor peso de 100 granos.



Figura 46.

Accesiones de maíz raza canguil rojo que obtuvieron el menor peso de 100 granos.



Al realizar el análisis poblacional para el descriptor de peso de 100 granos presentó un CV de 20.16% con pesos que van desde 31.50 gramos (mínimo) hasta 81.50 gramos (máximo) y con una media de 50.77 gramos (Anexo 2). Este dato de CV es similar al obtenido por Castañeda (2020) quien para este mismo germoplasma presentó un CV de 27.12% para la variable peso de 100 semillas mostrando que existe variabilidad en cuanto al peso de semilla.

4.12 Rendimiento del grano

Para el descriptor rendimiento del grano, una vez realizado el análisis estadístico se determinó que existe diferencias significativas entre las accesiones evaluadas del maíz raza canguil rojo ($F=2.08$; $gl=34, 68$; $p=0.0053$) (Tabla 17).

Tabla 17.

ADEVA de la evaluación del descriptor rendimiento del grano de las accesiones de maíz raza canguil rojo.

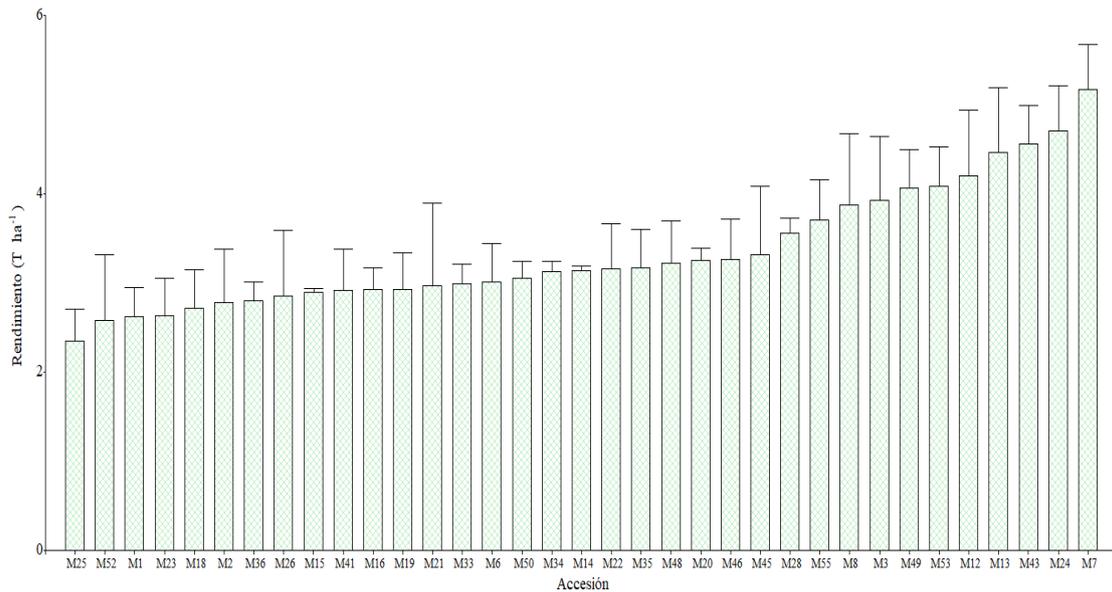
Fuente de variación	Grados de libertad F.V	Grados de libertad Error	Valor F	Valor P
Accesión	34	68	2.08	0.0053

La figura 47, muestra que la accesión que presentó un menor rendimiento fue M25 con un valor de 2.35 t/ha, mientras que la accesión que alcanzó el mayor rendimiento fue M7 con un valor de 5.17 t/ha. Mientras que, las accesiones testigo mostraron un rendimiento intermedio, en donde la M50 obtuvo una producción de 3.06 t/ha y la M43 un valor de

4.55 t/ha.

Figura 47.

Rendimiento en grano de las colecciones de maíz raza canguil rojo



Las diferencias significativas entre las colecciones de maíz raza canguil rojo puede deberse según González et al (2003) a que el rendimiento es un carácter que está influenciado por las condiciones ambientales, la asimilación de nutrientes proporcionado a través de los fertilizantes y más no por el control genético; y por medio de este enunciado se puede asumir que la accesión M7 tuvo una mayor adaptabilidad a la zona de estudio y al manejo agronómico de los agricultores, pues presentó el mayor rendimiento con respecto a las demás accesiones de maíz evaluadas.

Al respecto Ayala, et al. (2007) y Farinango (2015) mencionan que la longitud y diámetro de la mazorca son descriptores correlativos con el rendimiento; sin embargo, la accesión M7 que obtuvo el mayor rendimiento no presentó valores mayores con respecto a estos descriptores. En cambio, la accesión M24 que también obtuvo un alto rendimiento de 4.70 t/ha si mostró una mayor longitud y diámetro de la mazorca (12.97 cm y 4.11 cm); de la misma manera, la accesión M36 que presentó un bajo rendimiento con 2.80 t/ha y se evidenció mazorcas pequeñas y delgadas (10.82 cm de longitud y 3.43 cm de diámetro).

De igual forma, Rodríguez y Solís (1974) afirma que, el peso del grano por mazorca en el maíz es una variable que se correlaciona significativamente con el rendimiento, es decir, al aumentar el peso del grano por mazorca existe un incremento en el rendimiento, lo cual es corroborado por este estudio; pues la accesión M24 presentó características en el grano de mayor valor en longitud (1.40 cm), ancho (0.89 cm), grosor (5.03 cm) y por lo tanto un mayor peso de 100 semillas (35.25 g), y ocasionó un mayor rendimiento en el cultivo de maíz raza canguil rojo.

Figura 48.

M25, accesión que obtuvo un menor rendimiento en grano, y M7 accesión que presentó el mayor rendimiento en grano



4.13 Porcentaje de reventado

Luego de realizar el análisis de varianza para el descriptor porcentaje de reventado se determinó que existe diferencias significativas entre las accesiones de maíz raza canguil rojo evaluadas ($F=4.15$; $gl=34, 68$; $p<0.0001$) (Tabla 18).

Tabla 18.

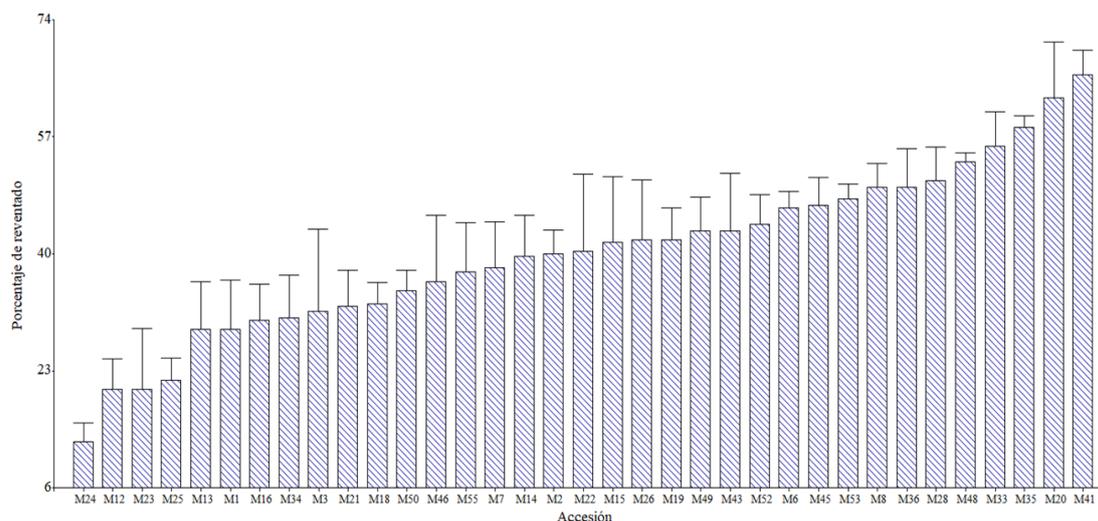
ADEVA de la evaluación del descriptor porcentaje de reventado de las accesiones de maíz raza canguil rojo.

Fuente de variación	Grados de libertad F.V	Grados de libertad Error	Valor F	Valor P
Accesión	34	68	4.15	<0.0001

Los resultados obtenidos indican que el mayor porcentaje de reventado presentó la accesión M41 con un 66%, seguida por la accesión M20 con 62.67%, mientras que, la accesión que mostró un bajo porcentaje fue la M24 con un 12.67% de reventado (Figura 49).

Figura 49.

Porcentaje de reventado de las colecciones de maíz raza canguil rojo



Los porcentajes de reventado que presentaron cada accesión de raza canguil rojo, es inferior en comparación con Castañeda (2020), quien obtuvo un porcentaje de reventado entre el 70 y 80% en el maíz raza canguil; esto puede deberse a que en la presente investigación el proceso de reventado se realizó cuando el grano tuvo una humedad menor al 10%; y por lo tanto el tiempo en microondas fue de 4 minutos 30 segundos. Cabe mencionar que este proceso de reventado se ha realizado en dichas condiciones debido a que en la última fase del cultivo se presentó la pandemia mundial.

De la O-Olán et al (2018) en la ciudad de México, al realizar el reventado del maíz palomero del genotipo comercial obtuvo un porcentaje del 60 % de reventado; y aseguran que, esta variable se ve influenciada por el genotipo, tamaño de la muestra, tiempo de exposición y humedad del grano, pues para que exista un mayor volumen de expansión (reventado) o porcentaje de reventado el grano debe presentar una humedad del 12% y un tiempo de exposición de 2 minutos 45 segundos en el microondas.

4.14 Identificación de materiales promisorios

La selección de materiales promisorios se realizó de manera visual, es decir se eligieron aquellas accesiones que presentaron granos con características como coloración roja y forma de tipo canguil. De esta selección se procedió a elegir aquellas que tuvieron un mayor promedio en el porcentaje de reventado y se presentó un total de cinco accesiones que son considerados como materiales promisorios, y se detallan a continuación en la Tabla 19.

Tabla 19.

Materiales promisorios seleccionados de acuerdo con el porcentaje de reventado

Accesiones	Rendimiento (t/ha)	Medias (% de reventado)
M33	2.99	55.67
M36	2.80	49.67
M45	3.32	47.00
M19	2.93	42.00
M2	2.78	40.00

Figura 50.

Accesiones de maíz raza canguil rojo consideradas como materiales promisorios





M33



M36



M45

CAPÍTULO V.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Con base en los resultados obtenidos en la presente investigación se concluye lo siguiente:

- En las 35 colecciones de maíz raza canguil el coeficiente de variación muestra que no existe mayor variabilidad entre los caracteres evaluados, pues únicamente los descriptores: número de mazorcas, rendimiento en grano y porcentaje de reventado, presentaron un CV superior al 20%, de tal manera que al ser estos descriptores los más característicos y heredables de la raza canguil se pueden replicar en otras investigaciones.
- En la evaluación agronómica, de un total de 13 variables (porcentaje de emergencia, días a la floración masculina y femenina, altura de planta, longitud y diámetro de la mazorca, número de mazorcas por planta, características cuantitativas del grano, peso de 100 granos, rendimiento del grano y porcentaje de reventado), el 85.71% de las mismas mostró diferencias estadísticas significativas ($p=0.0001$) entre accesiones evaluadas. Dichos descriptores requieren un largo proceso de mejoramiento para conocer el fenotipo a expresar y que se irá definiendo con los siguientes ciclos de siembra.
- Las accesiones M33, M36, M45, M19 y M2 fueron seleccionados como materiales promisorios, al presentar granos con características visuales de coloración rojo y tipo canguil, con un promedio del 50 % de reventado y un rendimiento en grano desde 2 a 3 t/ha. Estas colecciones serán consideradas para la siembra del siguiente ciclo.
- El comportamiento agronómico que presentó cada una de las accesiones de maíz raza canguil rojo fueron favorables debido a que los caracteres cuantitativos evaluados indican que existe una buena adaptación del cultivo, dando lugar a fortalecer la diversidad a nivel local y disponer de germoplasma con buenos rendimientos, siendo necesario la revalorización de estos genotipos.

5.2 Recomendaciones

- Realizar nuevas investigaciones con las accesiones promisorias seleccionadas en otras zonas de producción con la finalidad de potenciar sus genes en cuanto se refiere a rendimiento y adaptabilidad, pues los agricultores no disponen de variedades de canguil mejoradas y comerciales que potencien la producción local.
- Desarrollar ensayos relacionados con el porcentaje de reventado que presenta el maíz raza canguil rojo, seleccionando los factores que influyen en el proceso de reventado como son el tamaño y la humedad de grano y tiempo de exposición en microondas, esto es debido a que el porcentaje de reventado es el carácter principal que puede afectar la comercialización del canguil.
- Además de las muestras colecciones promisorias, se recomienda evaluar el resto de las muestras en otras zonas de producción, con el fin de identificar muestras que también podrían ser útiles para diversificar la disponibilidad de germoplasma y ampliar la base genética del cultivo de maíz raza canguil rojo.

Bibliografía

- Acosta, R. (2009). El cultivo del maíz, su origen y clasificación. El maíz en Cuba. *Cultivos tropicales*, 30(2), 113-120.
- Aguilar, D. (2019). *Efecto de los macronutrientes principales, sobre el desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz canguil (Zea mays L.), en la zona de Babahoyo* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Babahoyo]. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/7267>
- Aguirre, J., Bellon, M. y Smale M. (2000). A regional analysis of maize biological diversity in southeastern Guanajuato, Mexico. *Econ. Bot.* 54(1), 60-72.
- Allen, D. (1999). "Pathogen Biodiversity: Its Nature, Characterization and Consequences." in *Agrobiodiversity: Characterization, Utilization and Management*. Oxon, UK. CAB. 123(56).
- Basantes, E. (2004). Curso de cultivos. Escuela Politécnica del Ejército. Facultad de Ciencias Agropecuarias. IASA.
- Cabrera, H., Fernando, C., Sánchez, J., Hernández, M., Ortega, R. y Major, M. (2004). Diversidad del maíz chalqueño. *Agrociencia*, 39(2), 191-206.
- Castañeda, L. (2020). *Estudio de la variabilidad morfológica de maíz (Zea mays) raza canguil en la Granja Experimental "La Pradera"* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte]. Repositorio Institucional. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/10549>
- Cárcamo, M. (2009). *Productores luchan por conservar el maíz criollo, amenazado de muerte por los transgénicos*. Recuperado de <http://www.rallt.org/cultivos/maiz/productores%20maiz%20criollo.pdf>.
- Caicedo, M. (2000). *Determinación de la ganancia genética obtenida a través del mejoramiento, en las poblaciones de maíz (Zea mays L.) morocho blanco y amarillo duro*. [Tesis de pre grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/55/1/iniapsctC133d.pdf>
- Cheng, P. y Pareddy, D. (1994). Morphology and development of the tassel and ear. *The maize handbook*, 37-47.
- Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Guanajuato [CESAVEG] (2008). *Campaña de Manejo Fitosanitario de Maíz*. Comité Estatal de Sanidad Vegetal Guanajuato. Guanajuato. Recuperado de: http://www.cesaveg.org.mx/html/folleto/folleto_08/folleto_maiz_08.pdf
- Coyac, J., Molina, J., García, J., y Serrano, L. (2013). La selección masal permite aumentar el rendimiento sin agotar la variabilidad genética aditiva en el maíz zacatecas 58. *Revista Fitotécnica de México*, 36(7), 53-62.
- De la O-Olán, M., Santacruz-Varela, A., Sangerman-Jarquín, D., Gámez-Vázquez, A.,

- Arellano-Vázquez, J., Valadez-Bustos, M., y Avila, M. (2018). Estandarización del método de reventado para la evaluación experimental del maíz palomera. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9(7), 1471-1482.
- Dyer, G., y López, A. (2013). Inexplicable or Simply Unexplained? The Management of Maize Seed in Mexico. *Plos One*, 8(6). doi:<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0068320>
- Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua [ESPA] (2020). *Cultivos Permanentes Transitorios. Cultivo de Maíz*. Recuperado de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac2019/Presentacion%20de%20los%20principales%20resultados%20ESPAC%202019.pdf
- Farinango, D. (2015). *Primer ciclo de mejoramiento genético de maíz (Zea mays L.) mediante selección masal, visual, estatificada, en Chazo, provincia de Chimborazo*. [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio Institucional. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4266/1/13T0810.pdf>
- Franquet, J., y Borrás, C. (2004). Economía del arroz. *Variedades y mejora del cultivo de arroz, Málaga*. Recuperado de <https://www.eumed.net/libros-gratis/2006a/fbbp/3c.htm>
- Franco, T., e Hidalgo, R. (Eds.). (2003). Análisis estadístico de datos de caracterización morfológica de recursos fitogenéticos. Boletín técnico N°. 8, Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos [IPGRI], Cali, Colombia.
- García, M., Ríos, L., y Álvarez, J. (2016). La polinización en los sistemas de producción agrícola: revisión sistemática de la literatura. *Idesia*, 34(3), 53-68.
- Gordón-Mendoza, R. (2015). Selección de estadísticos para la estimación de la precisión experimental en ensayos de maíz. *Agronomía Mesoamericana*, 26(1), 55-63.
- González, M., Estévez, A., Castillo, J., Salomón, J., Varela, M., Ortiz, U., y Ortiz, E. (2003). Análisis de la estabilidad genotípica en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) mediante las presentaciones biplots. *Cultivos tropicales*, 24(1), 81-84.
- Guerra, H y Torrez, O. (2004). *Evaluación de siete genotipos de maíz (Zea mays L.) en época de primera y postrera en el año 2002 y 2003 en Chichigalpa, Chinandega*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua.
- Guacho, E. (2014). *“Caracterización agro-morfológica del maíz (Zea mays L.) de la localidad San José de Chazo”* (Tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- Guzmán, H., San Vicente, G., y Díaz, M. (2008). Flujo de polen entre híbridos tropicales de maíz de diferente color de endospermo. *Bioagro*, 20(3). 159-166.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias [INIAP] (1982). *¿Cómo INIAP desarrolla sus variedades mejoradas?*. Quito:INIAP

- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias [INIAP] (1989). IAP-1998 Variedad mejorada de canguil para la Sierra. *Características Agronómicas*. Recuperado de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/2556/1/iniapscpl107.pdf>
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias [INIAP] (2003). *Catálogo de Recursos Genéticos de Maíces de Altura de Ecuatorianos* Recuperado de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/43/1/iniapsc201.pdf>
- Kato, T., Mapes, C., Mera, L., Serratos, J. y Bye, R. (2009). Origen y Diversificación del Maíz: Una revisión Analítica. En Mera, L y Mapes, C. (Eds). *El maíz. Aspectos biológicos* (pags. 19-31). Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. https://www.academia.edu/29619915/Origen_y_diversificaci%C3%B3n_del_ma%C3%ADz_una_revisi%C3%B3n_anal%C3%ADtica_T_A_Kato_Yamakake_et_al_pre_sen_de_J_Sarukh%C3%A1n_Kermez
- Maluenda, M. (2019). Maíz 2019/2020. *Producción Record y Descenso de Stocks en Campañas Consecutivas*. Recuperado de <https://www.agrodigital.com/wp-content/uploads/2019/06/maiz201920c.pdf>
- Marín, L. F. (2008). *Evaluación agronómica de variedades comerciales de maíz (Zea mays, L.) en relación a sus ciclos de maduración* [Tesis de pregrado, Escuela Universitaria Politécnica La Almunia de Doña Godina, Zaragoza]. <https://core.ac.uk/download/pdf/36197559.pdf>
- Márquez-Sánchez, F. (2008). De las variedades criolla de maíz (*Zea mays* L.) a los híbridos transgénicos. I: recolección de germoplasma y variedades mejoradas. *Agric.soc.* 5(2), 151-166.
- Martínez, M., Ortiz, R., Ríos, H. y Acosta, R. (2011). Evaluación de la variabilidad morfo agronómica de una colección cubana de maíz (*Zea mays* L.). *Cultivos tropicales*, 32(4), 42-50.
- Monteros A. (2016). Rendimientos de maíz duro seco verano 2015. SINAGAP.
- Obando, E. S. (2019). *Caracterización de maíz blanco harinoso (Zea mays L.) material nativo "Chazo" de la provincia de Chimborazo* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/29726>
- Olivera, J. (2011). Análisis de los Sistemas de producción: Subsistemas de Cultivo, II. Maestría de Agroecología y Ambiente – Universidad de Cuenca. Cuenca-Ecuador
- Oreamuno, P. y Monge, J. E. (2018). Maíces nativos de Ganacaste, Costa Rica: caracterización de los granos. *Cuadernos de investigación UNED*, 10(2), 353-361.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (2011) *La FAO se moviliza para detener la pérdida de recursos genéticos*. Recuperado de FAO: <http://www.fao.org/news/story/es/item/116092/icode/>
- Paliwal, R. L. (2001) *El maíz en los trópicos: Mejoramiento y producción*. Dirección de

Producción y Protección Vegetal de la FAO. Roma, Italia

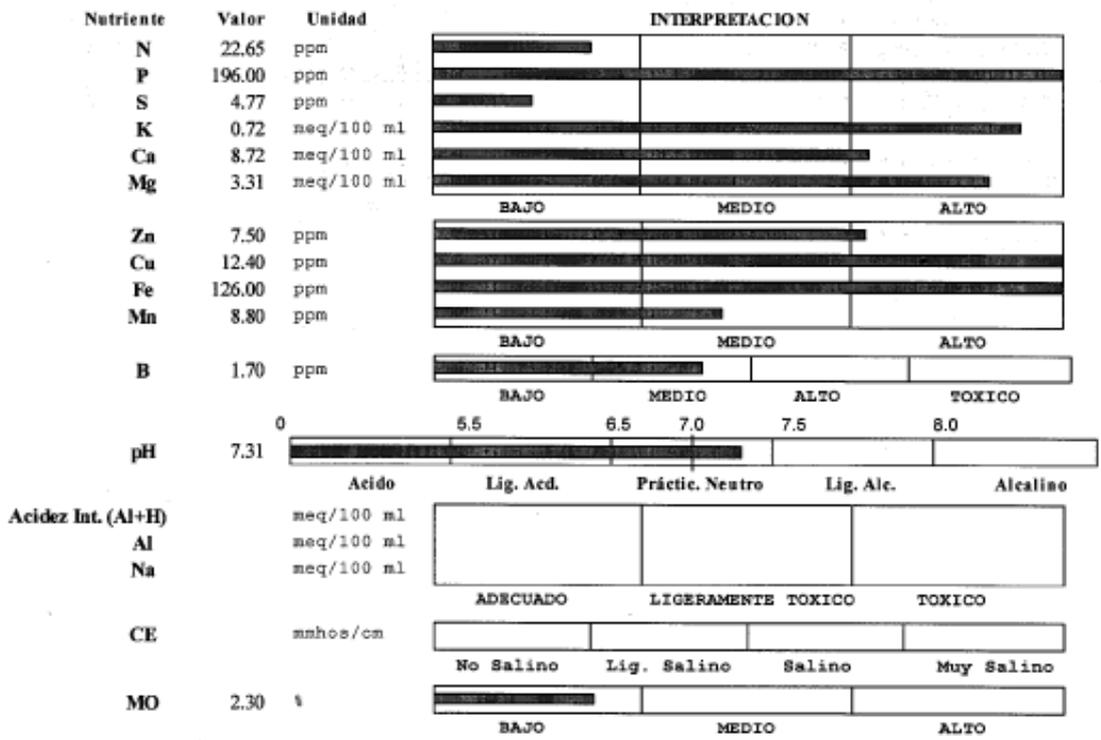
- Paliwal, R. L. y Lafitte, H. R. (2001). *El maíz en los trópicos: mejoramiento y reproducción*. Roma: FAO.
- Pardey C. 2015. Producción de semilla y cruzamientos entre accesiones de maíz del departamento del Magdalena, Colombia. *Acta Agron.* 64(1):83-92.
- Pardey, C., García, M. A. y Moreno, N. (2016). Caracterización de maíz procedente del departamento del Magdalena, Colombia. *Genética vegetal y biodiversidad*, 17 (2), 167-190.
- Pavón A. B. (2005). Instalación de riego por goteo en una parcela de maíz. Recuperado de https://previa.uclm.es/area/ing_rural/Proyectos/AntonioPavon/07-AnejoV.pdf
- Rodríguez, J y Solís, J. (1977). *Evaluación de 4 tipos de Biofertilizantes (EM BOKASHI) sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento en el cultivo de maíz (Zea mays L.)*. [Trabajo de diploma, Universidad Nacional Agraria]. <https://repositorio.una.edu.ni/1668/>
- Robinson, S., Mason-D´Croz, D., Sulser, T., Islam, S., Robertson, R., Zhu, T., y Rosegrant, M. (2015). *International model for policy analysis of agricultural commodities and trade (IMPACT)*. Recuperado de <https://www.ctc-n.org/sites/www.ctc-n.org/files/130036.pdf>
- Robles, R. (1986). *Genética elemental y fitomejoramiento práctico*. Cornell University. https://books.google.com.ec/books/about/Gen%C3%A9tica_elemental_y_fitomejoramiento_p.html?id=WN5FAAAAYAAJ&redir_esc=y
- Rosegrant, M., Ringler, C., Msangi, S., Sulser, T., Zhu, T., y Cline, S. (2008). *International Model for Policy Analysis of Agricultural Commodities and Trade (IMPACT): Model Description*. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Siwa_Msangi/publication/267995611_International_Model_for_Policy_Analysis_of_Agricultural_Commodities_and_Trade_IMPACT_Model_Description/links/550d6daa0cf2ac2905a6a384/International-Model-for-Policy-Analysis-of-Agricul
- Saldaña, F y Caldero, M. (1991). *Efecto de rotación de cultivos y control de malezas sobre la cenosis de malezas en los cultivos de maíz (Zea mays L.), sorgo (Sorghum bicolor) y pepino (Cucumis sativus L.)* [Trabajo de Diploma, Universidad Nacional Agraria]. <https://repositorio.una.edu.ni/1483/>
- Sánchez, C. (2102). El maíz para canguil desaparece de los suelos de Ecuador. EL COMERCIO. Recuperado de El Comercio: <http://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/maiz-canguil-desaparece-de-suelos.html>
- Santoyo, A. (2004). *Polinización del maíz* [Tesis de pregrado, Universidad de Guadalajara]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.cucba.udg.mx:8080/xmlui/handle/123456789/1245>

- Smith, M.E., Castillo, G. y F. Gómez. 2001. Participatory plant breeding with maize in México and Honduras. *Euphytica* 122, 551–565
- Tapia, C. G (2015). *Identificación de áreas prioritarias para la conservación de razas de maíz en la Sierra del Ecuador* [Tesis de doctorado, Universidad Politécnica de Madrid]. Repositorio institucional. <http://oa.upm.es/35522/>
- Tilman , D. (2000). Causes, consequences and ethics of biodiversity. *Nature*, 405, 208-211.
- Timothy, D., Hatheway, W., Grant, U., Torregroza, M., Sarria, V. y Varela, A.J. (1963). *Razas de maíz en Ecuador*. Bogotá, Colombia. Instituto Colombiano Agropecuario. Boletín Técnico - Instituto Colombiano Agropecuario (Colombia). No. 12
- Valdez, B., Soto, F., Osuna, T., y Báez, M. A. (2012). Modelos de predicción fenológica para maíz blanco (*Zea mays* L.) y gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith). *Agrociencia*, 399-410.
- Valverde, M. (2015). *Caracterización e identificación de razas de maíz en la provincia de Azuay* [Tesis de maestría, Universidad de Cuenca]. Repositorio Institucional. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/22897?locale=es>
- Vásquez, M., Martínez, L.H., y Gonzales, H. J. (2016). *Caracterización agronómica básica de las principales variedades de maíz criollo que se cultiva en cinco municipios del Departamento de Cuscatlan* [Tesis de pregrado, Universidad de El Salvador]. <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/11736/>
- Vergara, E. (2014). *Amenazas medioambientales, vulnerabilidad social y estrategias de resistencia* [Tesis doctorado, Universidad de Alicante].
- Wellhausen, E. J., Roberts, L. M. y Hernández, E. (2010). Razas de maíz en México, su origen, características y distribución. México: Rockefeller.
- Yáñez, C., Velásquez, J., Peñaherrera, D., Zambrano, J., Caicedo, M., Heredia J., Sangoquiza, C. y Quimbita, A. (2010). *Guía de Producción de Maíz de Altura*. Quito, Ecuador. INIAP.
- Yanez, C., Zambrano , J., y Caicedo , M. (2013). *Guía de producción de maíz para pequeños agricultores y agricultoras*. (Vol. (Guía N° 96)). Quito, Ecuador: INIAP.
- Yáñez., Morillo, E., Proaño, K., y Taipe, M. (2014). Caracterización molecular de la raza de canguil, tusilla y mezcla de maíz del banco de trabajo del programa de maíz del INIAP.
- Zamudio, D; Mestanza, C; Dionisio, E; Bolo, J; Pilatarzi, V; Ramos, C; Moya, M y Quintana, V. (2014). Germinación de semillas de maíz (*Zea mays*) inmersas en soluciones orgánicas. *Conference Paper*, 10(5), 23 – 26.

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de suelo inicial del lote experimental

<p style="text-align: center;">DATOS DEL PROPIETARIO</p> <p>Nombre : Universidad Técnica del Norte Dirección : Ciudad : Teléfono : 0999716885 Fax :</p>	<p style="text-align: center;">DATOS DE LA PROPIEDAD</p> <p>Nombre : La Pradera Provincia : Imbabura Cantón : Antonio Ante Parroquia : Chaltura Ubicación :</p>
<p style="text-align: center;">DATOS DEL LOTE</p> <p>Cultivo Actual : Maíz Cultivo Anterior : Alfalfa Fertilización Ant. : Superficie : Identificación : Muestra 1</p>	<p style="text-align: center;">PARA USO DEL LABORATORIO</p> <p>N° Reporte : 5.097 N° Muestra Lab. : 49784 Fecha de Muestreo : 11/09/2019 Fecha de Ingreso : 12/09/2019 Fecha de Salida : 26/09/2019</p>



Ca	Mg	Ca+Mg	(meq/100ml)	%	ppm	(%)			Clase Textural
Mg	K	K	Σ Bases	NTot	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
2,6	4,6	16,7	12,8			43	42	15	Franco

Anexo 2. Resumen de las variables evaluadas

Código	Variable	Unidad	Media	C.V.	Mínimo	Máximo
%_EMRG	Porcentaje de emergencia	%	72.72	26.75	23.00	100.00
FLOR_M	Floración masculina	días	80.67	5.89	74.00	90.00
FLOR_F	Floración femenina	días	89.39	5.93	74.00	95.00
ALT_PLNT	Altura de planta	cm	257.85	10.57	182.00	318.00
N°_HLRS	Número de hileras	u	13.56	11.29	10.00	18.00
DM_MZ	Diámetro de mazorca	cm	3.64	7.57	2.74	4.41
LG_MZ	Longitud de la mazorca	cm	11.92	9.12	9.57	14.68
LG_GR	Longitud del grano	cm	1.17	8.05	0.85	1.44
ANC_GR	Ancho del grano	cm	0.71	10.43	0.46	0.91
GRO_GR	Grosor del grano	cm	0.50	9.52	0.30	0.61
%_RVTD	Porcentaje de reventado	%	40.03	37.09	9.00	74.00

Anexo 3. Medias y rangos de la variable porcentaje de emergencia

Accesión	Medias	E.E	Rango						
M18	92.33	8.95	A						
M14	92.33	8.95	A						
M15	92.33	8.95	A						
M24	89.67	8.95	A	B					
M16	89.67	8.95	A	B					
M2	89.67	8.95	A	B					
M33	84.67	8.95	A	B	C				
M19	84.67	8.95	A	B	C				
M3	84.67	8.95	A	B	C				
M7	84.33	8.95	A	B	C	D			
M50	82.33	8.95	A	B	C	D			
M1	82.33	8.95	A	B	C	D			
M28	82.00	8.95	A	B	C	D			
M36	79.67	8.95	A	B	C	D			
M22	79.67	8.95	A	B	C	D			
M12	77.00	8.95	A	B	C	D	E		
M6	77.00	8.95	A	B	C	D	E		
M41	74.67	8.95	A	B	C	D	E	F	
M35	74.33	8.95	A	B	C	D	E	F	
M20	74.33	8.95	A	B	C	D	E	F	
M53	72.00	8.95	A	B	C	D	E	F	G
M25	69.33	8.95		B	C	D	E	F	G
M21	69.00	8.95		B	C	D	E	F	G
M46	66.67	8.95			C	D	E	F	G H
M13	66.67	8.95			C	D	E	F	G H
M45	64.33	8.95			C	D	E	F	G H I
M34	64.33	8.95			C	D	E	F	G H I
M55	61.67	8.95				D	E	F	G H I

M8	56.33	8.95			E	F	G	H	
M43	54.00	8.95				F	G	H	I
M26	54.00	8.95				F	G	H	I
M48	51.33	8.95					G	H	I
M49	46.00	8.95						H	I
M23	41.00	8.95							I
M52	41.00	8.95							I

Anexo 4. Medias y rangos de la variable días a la floración masculina

Accesión	Medias	E.E	Rango								
M23	87.00	2.31	A								
M16	86.00	2.31	A	B							
M1	85.33	2.31	A	B	C						
M46	85.00	2.31	A	B	C	D					
M24	84.67	2.31	A	B	C	D					
M50	84.33	2.31	A	B	C	D	E				
M25	84.33	2.31	A	B	C	D	E				
M18	84.33	2.31	A	B	C	D	E				
M52	84.00	2.31	A	B	C	D	E				
M14	83.00	2.31	A	B	C	D	E	F			
M7	82.67	2.31	A	B	C	D	E	F			
M3	82.33	2.31	A	B	C	D	E	F			
M43	82.33	2.31	A	B	C	D	E	F			
M2	82.33	2.31	A	B	C	D	E	F			
M55	81.33	2.31	A	B	C	D	E	F	G		
M19	81.33	2.31	A	B	C	D	E	F	G		
M34	81.00	2.31	A	B	C	D	E	F	G	H	
M26	81.00	2.31	A	B	C	D	E	F	G	H	
M8	80.33	2.31		B	C	D	E	F	G	H	
M53	80.33	2.31		B	C	D	E	F	G	H	
M22	79.67	2.31			C	D	E	F	G	H	I
M20	79.33	2.31			C	D	E	F	G	H	I
M6	79.33	2.31			C	D	E	F	G	H	I
M15	79.00	2.31				D	E	F	G	H	I
M21	79.00	2.31				D	E	F	G	H	I
M33	78.33	2.31					E	F	G	H	I
M41	78.33	2.31					E	F	G	H	I
M49	77.33	2.31						F	G	H	I
M45	77.33	2.31						F	G	H	
M12	77.33	2.31						F	G	H	I
M36	75.67	2.31							G	H	I
M48	75.67	2.31							G	H	I

M28	75.00	2.31							H	I
M13	75.00	2.31							H	I
M35	74.00	2.31								I

Anexo 5. Medias y rangos de la variable días a la floración femenina

Accesión	Medias	E.E	Rango							
M50	94.33	2.52	A							
M24	94.00	2.52	A							
M23	93.67	2.52	A	B						
M16	93.67	2.52	A	B						
M53	93.33	2.52	A	B	C					
M25	93.33	2.52	A	B	C					
M2	93.33	2.52	A	B	C					
M1	93.33	2.52	A	B	C					
M46	93.00	2.52	A	B	C	D				
M43	92.33	2.52	A	B	C	D	E			
M14	92.33	2.52	A	B	C	D	E			
M7	92.33	2.52	A	B	C	D	E			
M3	91.67	2.52	A	B	C	D	E			
M52	90.67	2.52	A	B	C	D	E	F		
M34	90.67	2.52	A	B	C	D	E	F		
M33	90.67	2.52	A	B	C	D	E	F		
M19	90.67	2.52	A	B	C	D	E	F		
M55	90.33	2.52	A	B	C	D	E	F		
M26	90.00	2.52	A	B	C	D	E	F	G	
M21	89.33	2.52	A	B	C	D	E	F	G	H
M18	89.33	2.52	A	B	C	D	E	F	G	H
M8	89.33	2.52	A	B	C	D	E	F	G	H
M20	89.00	2.52	A	B	C	D	E	F	G	H
M22	88.33	2.52	A	B	C	D	E	F	G	H
M15	88.00	2.52	A	B	C	D	E	F	G	H I
M45	86.67	2.52		B	C	D	E	F	G	H I J
M49	86.67	2.52		B	C	D	E	F	G	H I J
M6	86.33	2.52			C	D	E	F	G	H I J
M41	86.00	2.52				D	E	F	G	H I J
M13	85.67	2.52					E	F	G	H J
M12	84.00	2.52						F	G	H I J
M28	83.00	2.52							G	H I J
M35	82.67	2.52								H I
M36	81.00	2.52								I J
M48	79.67	2.52								J

Anexo 6. Medias y rangos de la variable altura de planta

Accesión	Medias	E.E	Rango																					
M25	307.00	11.58	A																					
M22	292.67	11.58	A	B																				
M24	292.00	11.58	A	B	C																			
M2	287.67	11.58	A	B	C	D																		
M3	282.33	11.58	A	B	C	D	E																	
M6	276.67	11.58	A	B	C	D	E	F																
M7	273.33	11.58		B	C	D	E	F	G															
M16	272.67	11.58		B	C	D	E	F	G	H														
M23	270.00	11.58		B	C	D	E	F	G	H														
M13	268.00	11.58		B	C	D	E	F	G	H	I													
M53	267.33	11.58		B	C	D	E	F	G	H	I	J												
M1	266.33	11.58		B	C	D	E	F	G	H	I	J												
M43	266.33	11.58		B	C	D	E	F	G	H	I	J												
M45	266.33	11.58		B	C	D	E	F	G	H	I	J												
M46	265.33	11.58		B	C	D	E	F	G	H	I	J												
M14	265.33	11.58		B	C	D	E	F	G	H	I	J												
M50	262.00	11.58		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K											
M34	260.00	11.58			C	D	E	F	G	H	I	J	K											
M19	259.00	11.58				D	E	F	G	H	I	J	K											
M33	256.33	11.58				D	E	F	G	H	I	J	K											
M18	254.67	11.58					E	F	G	H	I	J	K											
M8	252.33	11.58						E	F	G	H	I	J	K	L									
M20	251.67	11.58						E	F	G	H	I	J	K	L									
M28	249.00	11.58							F	G	H	I	J	K	L									
M21	248.00	11.58								F	G	H	I	J	K	L	M							
M52	247.33	11.58									F	G	H	I	J	K	L	M						
M15	243.33	11.58										G	H	I	J	K	L	M	N					
M55	240.33	11.58											H	I	J	K	L	M	N					
M26	236.00	11.58												I	J	K	L	M	N					
M48	235.33	11.58													J	K	L	M	N					
M41	230.67	11.58														K	L	M	N					
M12	230.33	11.58															K	L	M	N				
M36	221.67	11.58																L	M	N				
M49	216.00	11.58																		M	N			
M35	211.33	11.58																				N		

Anexo 7. Medias y rangos de la variable número de mazorcas por unidad experimental

Accesión	Medias	E.E	Rango
----------	--------	-----	-------

M41	16.00	0.82	A				
M3	15.00	0.82	A	B			
M35	14.67	0.82	A	B	C		
M28	14.67	0.82	A	B	C		
M23	14.67	0.82	A	B	C		
M21	14.67	0.82	A	B	C		
M16	14.67	0.82	A	B	C		
M22	14.33	0.82	A	B	C		
M33	14.00	0.82	A	B	C	D	
M45	14.00	0.82	A	B	C	D	
M52	14.00	0.82	A	B	C	D	
M55	14.00	0.82	A	B	C	D	
M18	14.00	0.82	A	B	C	D	
M36	14.00	0.82	A	B	C	D	
M19	14.00	0.82	A	B	C	D	
M53	14.00	0.82	A	B	C	D	
M49	13.67	0.82		B	C	D	
M6	13.67	0.82		B	C	D	
M46	13.33	0.82		B	C	D	E
M43	13.33	0.82		B	C	D	E
M50	13.33	0.82		B	C	D	E
M34	13.33	0.82		B	C	D	E
M7	13.33	0.82		B	C	D	E
M8	13.33	0.82		B	C	D	E
M14	13.33	0.82		B	C	D	E
M20	12.67	0.82			C	D	E
M24	12.67	0.82			C	D	E
M26	12.67	0.82			C	D	E
M1	12.67	0.82			C	D	E
M2	12.67	0.82			C	D	E
M13	12.67	0.82			C	D	E
M25	12.00	0.82				D	E
M15	12.00	0.82				D	E
M12	12.00	0.82				D	E
M48	11.33	0.82					E

Anexo 9. Medias y rangos de la variable diámetro de la mazorca

Accesión	Medias	E.E	Rango
M23	4.17	0.12	A

M12	13.49	0.59	A																	
M20	13.28	0.59	A	B																
M53	13.04	0.59	A	B	C															
M24	12.97	0.59	A	B	C	D														
M22	12.83	0.59	A	B	C	D	E													
M45	12.78	0.59	A	B	C	D	E													
M50	12.51	0.59	A	B	C	D	E	F												
M13	12.47	0.59	A	B	C	D	E	F	G											
M14	12.42	0.59	A	B	C	D	E	F	G	H										
M26	12.36	0.59	A	B	C	D	E	F	G	H										
M1	12.24	0.59	A	B	C	D	E	F	G	H										
M3	12.14	0.59	A	B	C	D	E	F	G	H										
M46	12.11	0.59	A	B	C	D	E	F	G	H										
M48	11.92	0.59	A	B	C	D	E	F	G	H										
M8	11.91	0.59	A	B	C	D	E	F	G	H										
M55	11.90	0.59	A	B	C	D	E	F	G	H										
M33	11.87	0.59		B	C	D	E	F	G	H										
M2	11.75	0.59		B	C	D	E	F	G	H										
M19	11.72	0.59		B	C	D	E	F	G	H										
M18	11.70	0.59		B	C	D	E	F	G	H										
M7	11.68	0.59		B	C	D	E	F	G	H										
M43	11.68	0.59		B	C	D	E	F	G	H										
M16	11.57	0.59			C	D	E	F	G	H										
M23	11.55	0.59			C	D	E	F	G	H										
M25	11.54	0.59			C	D	E	F	G	H										
M21	11.53	0.59			C	D	E	F	G	H										
M28	11.51	0.59			C	D	E	F	G	H										
M52	11.42	0.59				D	E	F	G	H										
M6	11.23	0.59					E	F	G	H										
M41	11.22	0.59					E	F	G	H										
M35	11.14	0.59						F	G	H										
M15	11.12	0.59						F	G	H										
M49	10.87	0.59							G	H										
M36	10.82	0.59								H										
M34	10.82	0.59								H										

Anexo 11. Medias y rangos de la variable longitud de grano

Accesión	Medias	E.E	Rango
----------	--------	-----	-------

M24	1.40	0.05	A						
M3	1.32	0.05	A	B					
M12	1.28	0.05	A	B	C				
M25	1.24	0.05		B	C	D			
M49	1.22	0.05		B	C	D	E		
M34	1.21	0.05		B	C	D	E	F	
M43	1.21	0.05		B	C	D	E	F	
M16	1.21	0.05		B	C	D	E	F	
M14	1.21	0.05		B	C	D	E	F	
M22	1.20	0.05		B	C	D	E	F	
M46	1.20	0.05		B	C	D	E	F	
M33	1.19	0.05		B	C	D	E	F	
M6	1.19	0.05		B	C	D	E	F	
M1	1.18	0.05			C	D	E	F	
M13	1.16	0.05			C	D	E	F	
M2	1.16	0.05			C	D	E	F	
M50	1.15	0.05			C	D	E	F	
M18	1.15	0.05			C	D	E	F	
M52	1.15	0.05			C	D	E	F	
M48	1.15	0.05			C	D	E	F	
M19	1.15	0.05			C	D	E	F	
M53	1.14	0.05				D	E	F	
M23	1.14	0.05				D	E	F	
M35	1.14	0.05				D	E	F	
M36	1.13	0.05				D	E	F	
M20	1.13	0.05				D	E	F	
M15	1.13	0.05				D	E	F	
M55	1.13	0.05				D	E	F	
M45	1.12	0.05				D	E	F	
M41	1.12	0.05				D	E	F	
M21	1.12	0.05				D	E	F	
M26	1.12	0.05				D	E	F	
M8	1.09	0.05					E	F	
M7	1.08	0.05						F	
M28	1.08	0.05							F

Anexo 12. Medias y rangos de la variable ancho del grano

Accesión	Medias	E.E	Rango
M24	0.84	0.03	A

M24	11.27	0.76	A	
M12	10.54	2.22	A	B
M13	10.18	1.22	A	B
M43	9.61	1.04	A	B
M3	9.28	1.32	A	B
M49	8.91	1.47	A	B
M53	8.87	0.97	A	B
M8	8.29	1.03	A	B
M55	7.90	0.89	A	B
M28	7.82	0.65	A	B
M20	7.54	4.40	A	B
M46	7.40	1.39	A	B
M45	7.39	1.59	A	B
M35	7,32	0.86	A	B
M48	7.12	0.96	A	B
M14	7.11	0.54	A	B
M22	6.99	1.36	A	B
M50	6.96	0.32	A	B
M34	6.92	0.34	A	B
M6	6.83	0.55	A	B
M21	6.79	2.40	A	B
M33	6.68	0.32		B
M19	6.62	0.70		B
M15	6.55	0.51		B
M26	6.51	1.30		B
M18	6.51	0.92		B
M16	6.38	0.37		B
M2	6.26	0.93		B
M23	6.25	0.79		B
M1	6.22	0.66		B
M36	6.08	0.43		B
M41	5.89	0.64		B
M25	5.64	0.54		B
M52	5.59	1.84		B

Anexo 15. Medias y rangos de la variable peso de 200 semillas

Accesión	Medias	E.E	Rango
M23	76.00	2.66	A

